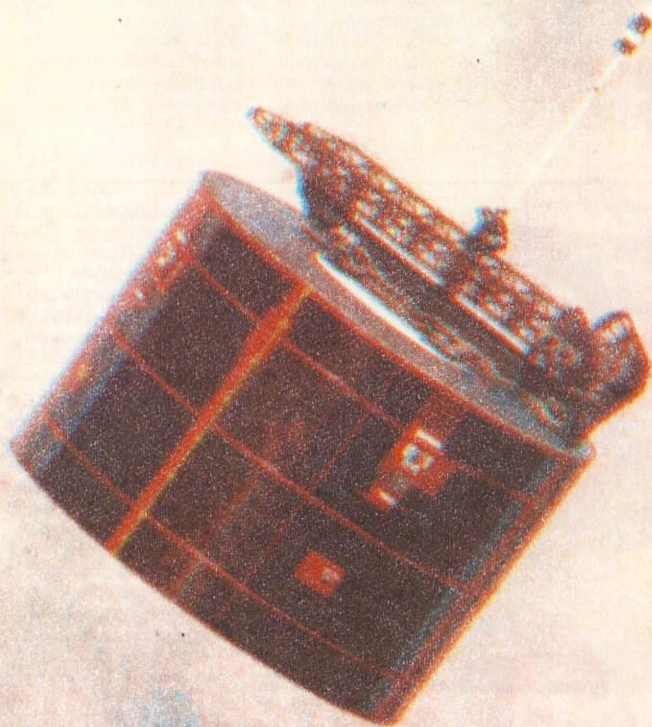
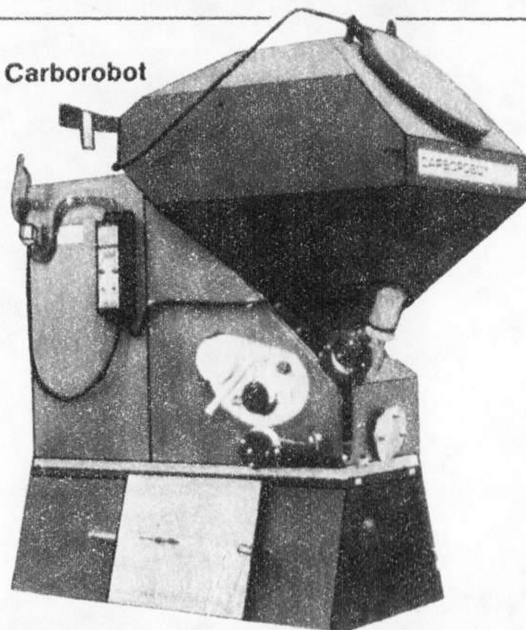
Horyzonty Techniki
październik 1987 45 zł ISSN 0137-8813 SIGMA
10



'57"'87"

Carborobot



W wielu miejscowościach leżących w pobliżu kopalń węgla brunatnego wykorzystanie tego paliwa do celów komunalnych może przynieść znaczne oszczędności. Teoretyczne obliczenia nie idą jednak w parze z praktyką. Brak odpowiednich palenisk, mała wartość opałowa węgla brunatnego zmusza do nieustannego uzupełniania zawartości pieca i powoduje trudności z rozpalaniem go, zniechęcając potencjalnych użytkowników. Właściwym rozwiązaniem wydaje się budowa kotłów o samoczynnym zasilaniu paliwem i automatycznej regulacji temperatury. Konstrukcję taką opracowały zakłady Mezgep w Pecs. Kotły centralnego ogrzewania wodnego PV-80, PV-100 i PV-140 (rys.) mogą zasilać instalacje w domkach jednorodzinnych i w większych obiektach, symbol odpowiada mocy znamionowej w kilowatach. Najwyższa możliwa do uzyskania temperatura wody, ograniczana przez termostat, wynosi 95°C, a sprawność — zależnie od warunków pracy — od 72 do 87%. Całodobową pracę bez dozoru i obsługi zapewnia umieszczony wprost nad piecem zasobnik na węgiel o objętości 0,5... 0,8 m^3. Paliwo powinno mieć średnicę ziaren 5... 25 mm. Palenisko tworzy obracający się, walcowy ruszt, a podstawą kotła jest popielnik o bardzo dużej pojemności. Dozowanie węgla jest w pełni automatyczne, uzależnione od ustawionej temperatury wody. Układy automatyki reagują zarówno na temperaturę wody opuszczającej kocioł, jak i na sygnały z termostatów umieszczonych w ogrzewanych pomieszczeniach. (Mezgep) **zg**

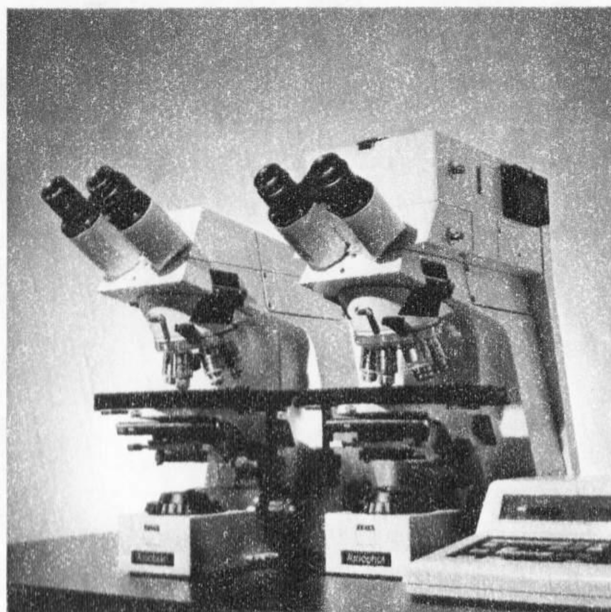
Siłownik z miarką



Znacznym ułatwieniem przy korzystaniu z siłowników hydraulicznych w urządzeniach precyzyjnych może być połączenie cylindrów z układami pomiaru przesunięć. Pomiar zewnętrzny często zawodzi, gdyż w trudnych warunkach przyrządy pomiarowe lub połączenia łatwo ulegają uszkodzeniu. Doskonałym źródłem sygnału o położeniu tłoka mogą być natomiast czujniki montowane wprost we wnętrzu siłownika. Firma Bänchen proponuje rozwiązanie polegające na wydrążeniu we wnętrzu tłoka i tłoczyska walcowego otworu mieszczącego czujnik. Stosowane są czujniki indukcyjne lub ultradźwiękowe przekazujące sygnał o aktualnej pozycji tłoka albo też magnetostrykcyjne służące do wyznaczania momentu osiągnięcia przez tłok właściwego położenia liniowego. Doskonałość przyrządów jest bardzo duża i sięga 0,02%, a w magnetostrykcyjnym czujniku dyskretnym położenie jest określane z dokładnością do setnych części milimetra. Niezależnie od rozwiązania i metody pomiaru jedynym elementem ruchomym zestawu pomiarowego pozostaje tłok. Pełni on funkcję rdzenia, ruchomej przeszkody odbijającej ultradźwięki lub magnesu. Przy zmianie zastosowania siłownika można wymienić samą część pomiarową. (Bänchen) **zg**

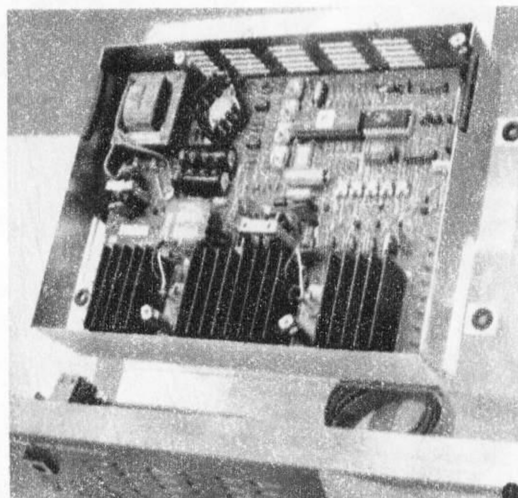
Nowe mikroskopy optyczne

W firmie Zeiss zaprojektowano całkowicie nową rodzinę mikroskopów, nazwaną Axio. Główne jej odmiany służą do obserwacji wzrokowej (Axioplan — rys.), jako urządzenia dokumentacyjne do współpracy z aparatami fotograficznymi, filmowymi czy kamerami wideo (Axiophot — rys.) lub do kontroli jakości przyrządów półprzewodnikowych (Axiotron). Dwa pierwsze typy mogą pracować w świetle odbitym (wykonanie A) lub przechodzącym (D).
Nowatorstwo konstrukcji mikroskopu wiąże się z jego układem optycznym. Obiektyw tworzy obraz „w nieskończoności", dzięki czemu światło w tubusie biegnie w postaci równoległych wiązek. Modyfikacja ta znacznie upraszcza wprowadzanie do układu optycznego nowych elementów, takich jak analizatory czy filtry. We wcześniejszych konstrukcjach zakłócały one przebieg światła do tego stopnia, że niezbędne okazywały się dodatkowe drogie soczewki korekcyjne z jednej lub dwóch stron wstawianego układu.



Nowa optyka o bardzo starannej korekcji barwnej, otrzymała symbol ICS — Infinity, Color Corrected. Pole widzenia nowego mikroskopu jest o ponad połowę większe niż we wcześniejszych modelach.
Nowa koncepcja układu optycznego ma jeszcze jedną zaletę. Działanie mikroskopu jest dzięki niej niezależne od długości tubusa. Montaż dodatkowych elementów, wydłużający całość konstrukcji, jest więc stosunkowo łatwy.
(Zeiss-Oberkochen) **zg**

Tamat z mikroprocesorem

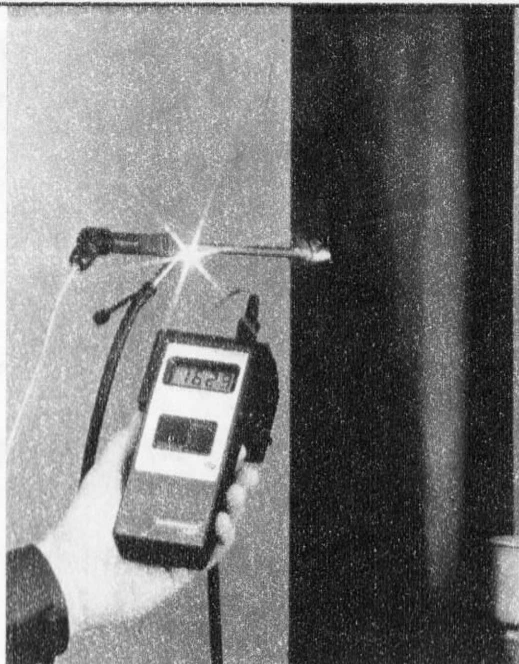


Znane i w Polsce pralki Tamat otrzymały w wersji 800 E programator z mikroprocesorem. Zespół elektroniczny (rys. 1) jest... znacznie większy od klasycznego, elektromechanicznego programatora krzywkowego, wymaga też staranniejszej obsługi. Rekompensuje to jednak znacznie większa elastyczność działania. Mikroprocesor umożliwia niezależną regulację podstawowych parametrów prania — temperatury kąpieli, rodzaju prania wstępnego — dobieranych do rodzaju tkaniny. Można także wybrać warianty oszczędne — przy mniejszym ładunku pralka pobiera mniej wody, a zmniejszenie częstości ruchów bębna połączone z pobieraniem ciepłej wody ogranicza zużycie energii. Możliwe jest dowolne układanie programów. Poza tą regulacją pozostaje możliwość uruchomienia skróconych programów opróżniania, wirowania i krochmalenia.
Wybór wariantu prania (odpowiadającego jednemu z 92 „klasycznych" programów) umożliwia pięć kolumn diod świecących z umieszczonymi poniżej przyciskami (rys. 2). Po wciśnięciu każdego z nich zapalają się kolejne diody kolumny odpowiadające wybranemu wariantowi. Ostatnia kolumna służy do celów diagnostycznych, podaje etap programu realizowany przez pralkę. Mikroprocesor nie tylko przyjmuje polecenia, ale także kontroluje ich prawidłowość — na przykład próba gotowania wełny prowadzi do skasowania poleceń. (Tamat) **zg**



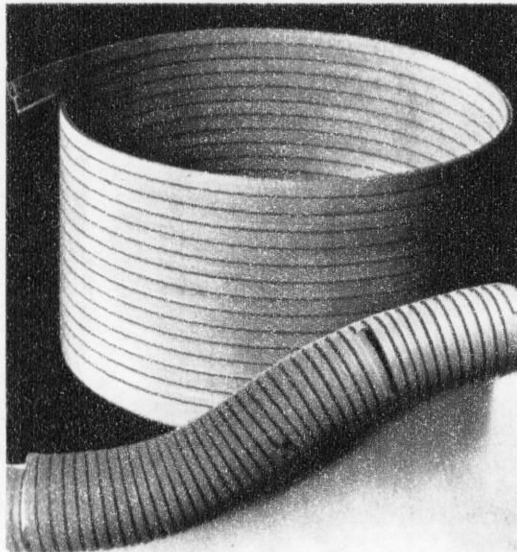
Elektronika w kominie

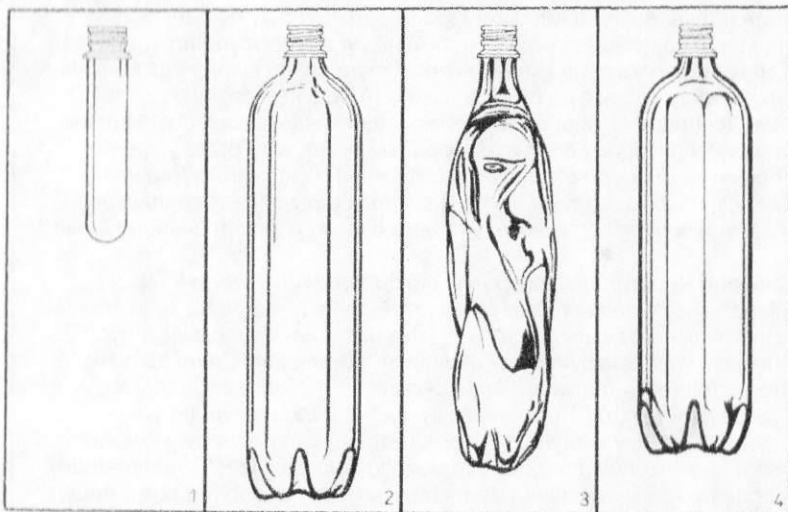
Miernik do kontroli palników i instalacji kominowych powstał w wytwórni Testoterm w RFN. Można dzięki niemu badać temperaturę spalin, ciąg kominowy, ciśnienie gazu i ciśnienie w komorze spalania, zawartość tlenku węgla w spalinach oraz napięcie termopary. Technoterm 5400 ma budowę modułową, podstawowy miernik cyfrowy mierzy temperaturę spalin aż do 1200°C, pozostałe parametry badane są po dołączeniu dodatkowych elementów (rys.). Dzięki takiej konstrukcji można dobrać właściwości miernika do konkretnych zastosowań, bez obciążenia przenośnego urządzenia zbędnym wyposażeniem. Na przykład miliwoltomierz jest przydatny jedynie przy kontroli urządzeń gazowych, wyposażonych w zabezpieczenia termoelektryczne. Mimo że miernik pozwala na pełną diagnostykę wszelkiego rodzaju urządzeń i instalacji spalinowych, łatwo mieści się w ręku. Aparat jest zasilany z baterii lub zestawu wbudowanych akumulatorów. Dwa wbudowane wyjścia analogowe pozwalają łączyć przyrząd z zewnętrznymi rejestratorami. (testoterm) **zg**



Rurociągi z PCW

Blaszane rury o wielkich średnicach stosowane w instalacjach wentylacyjnych i do transportu pneumatycznego — szczególnie w rolnictwie — są bardzo kłopotliwe w transporcie. Zajmują wiele miejsca i wypełniają przestrzeń, mimo znikomego wykorzystania ładowności pojazdu.
Konkurencyjnym rozwiązaniem, eliminującym tę wadę, mogą być rury z taśmy PCW, zwijane w miejscu instalowania. Taśma ma przekrój bardzo spłaszczonej, wyciągniętej ku górze litery „Y" ze zgrubieniami na końcu ramion. Nóżka litery po wciśnięciu między rozwidlone ramiona utrzymuje się tam dzięki sprężystości materiału. Rurę formuje się przez dociskanie w specjalnym urządzeniu kolejnych zwojów nawijanej śrubowo kształtowej taśmy. Taśma dostarczana jest w kilkusetmetrowych odcinkach, nawinięta na bębny. Transport nie jest więc kłopotliwy. Materiał można wykorzystywać wielokrotnie, gdy potrzebne są rury o innej średnicy, taśmę można rozpleść i ponownie zwinąć (rys.).
W urządzeniach wentylacyjnych stosuje się taśmę perforowaną, z podłużnymi przecięciami. Rozprowadzanie powietrza odbywa się wówczas wprost przez ścianki rurociągu. Minimalna średnica uzyskiwanych rur wynosi 15 cm, największa jest ograniczona wyposażeniem przyrządu do zwijania przewodów. (Borsodi Vegyi) **zg**





Butelki z tworzyw do gorących płynów

Francuska firma Sidel przedstawiła na targach w Budapeszcie linię produkcyjną butelek i pojemników z tworzyw sztucznych na produkty, które podlegają pasteryzacji lub są rozlewane na gorąco. Linia jest przeznaczona dla dużych producentów i ma wydajność przekraczającą 5000 butelek na godzinę. Opakowania wytrzymują pasteryzację płynów zawierających do 5,8 g CO_2/dm^3 oraz kontakt z cieczą o temperaturze do 95°C. Proces produkcyjny składa się z pięciu etapów. Dwa początkowe polegają na przygotowaniu półwyrobów przypominających grubościenne probówki z gotową już szyjką i gwintem butelki (rys. 1). Dzięki odpowiedniej obróbce termicznej zwiększa się wytrzymałość szyjki i kołnierza do mocowania butelki w uchwycie maszyny, a następnie podgrzewa całość do ok. 100°C. W następnym etapie wyrób po raz pierwszy uzyskuje kształt butelki (rys. 2), większej jednak niż forma ostateczna. Odbywa się to w klasycznych urządzeniach do wydmuchiwania. Ścianki butelki uzyskują właściwą grubość, lecz są mało odporne na wysoką temperaturę. Przekonuje o tym kolejna operacja, polegająca... na psuciu butelek. Po przejściu przez piec w temperaturze ok. 200°C pojemniki kurczą się i marszczą, do złudzenia przypominając butelkę z tworzywa zalaną wrzątkiem (rys. 3). W tym czasie zanikają jednak naprężenia wewnętrzne i następuje restrukturyzacja materiału. Zdeformowana butelka jest rozdmuchiwana raz jeszcze, tym razem do założonych wymiarów (rys. 4). Butelki wytwarzane tą metodą zachowują oczywiście podstawowe zalety pojemników z tworzyw — są lekkie i odporne na uszkodzenia. (Sidel) **zg**

Lekkie i mocne

Odporność na niską temperaturę desmopanu, termoplastycznego poliuretanu wytwarzanego przez Bayer AG, wykorzystała w nowym wyrobie firma Snap-tite Hose Inc. z USA. Rozpoczęła ona produkcję przewodu powietrza i wody do działka śnieżnego. Snap-tite produkuje węże z dwóch warstw desmopanu, przy czym między wewnętrzną i zewnętrzną warstwą uzyskano bardzo mocne połączenie. Węże takie są lekkie, trwałe i mogą być używane w temperaturze do -50°C.
Z uwagi na dużą wytrzymałość na ścieranie, znaczną odporność na rozpad hydrolityczny, czynniki atmosferyczne oraz działanie mikrobów desmopan używany jest od pewnego czasu do produkcji wzmacnianych siatką węży, stosowanych w pożarnictwie i rolnictwie. **ika**



Horyzonty Techniki

miesięcznik
Naczelnej Organizacji Technicznej
i Towarzystwa Wiedzy Powszechnej

Rok XL, nr 10 (465), październik 1987 r.

Redaguje zespół: Anna Cichocka-Korgul, Piotr Czarnowski (z-ca redaktora naczelnego), Zbigniew Gawrys, Paweł T. Glebartowski, Jacek Godera, Ewa Grabowska (sekretarz redakcji), Izabela Kłębek, Mieczysław Knypl, Jerzy Korycki, Jolanta Mamrot-Ciechońska, Tadeusz Rattman (redaktor naczelny), Elżbieta Slonk (redaktor techniczny), Grzegorz Szewczyk, Jerzy Szperkowicz, Alicja Wancerz-Gluza.
Stali współpracownicy: Jerzy Borkowski, Jan Rudomina, Tadeusz Sapiński, Andrzej Voellnagel, Jerzy Wierzbowski, Andrzej Zaczek.
Opracowanie graficzne: ESPEA — Tomasz Kuczborski.
Opracowanie ilustracji: Jan Tuszyński.
Prace wydawnicze: Anna Cieślak.
Sekretariat: Anna Graczyk.
Adres redakcji: ul. Świętokrzyska 14a, 00-950 Warszawa, skrytka 1004.
Telefony: sekretariat 27-26-08, 27-47-37, redaktor naczelny 27-26-08, z-ca red. nacz. 27-47-37, sekretarze redakcji 26-41-60.
Wydawca: Wydawnictwo Czasopism i Książek Technicznych SIGMA, Przedsiębiorstwo Naczelnej Organizacji Technicznej.
Prenumerata kwartalnie — 135 zł, półrocznie — 270 zł, rocznie — 540 zł. Informacji o warunkach prenumeraty udzielają miejscowe oddziały RSW „Prasa-Książka-Ruch" oraz urzędy pocztowe.
INDEX 36013. Nakład 105 000 egz.
Skład i druk — WZGraf. Warszawa. Zam. 9249. K-82

Na okładce: Satelita telekomunikacyjny Leasat po opuszczeniu ładowni wahadłowca. Fot. NASA



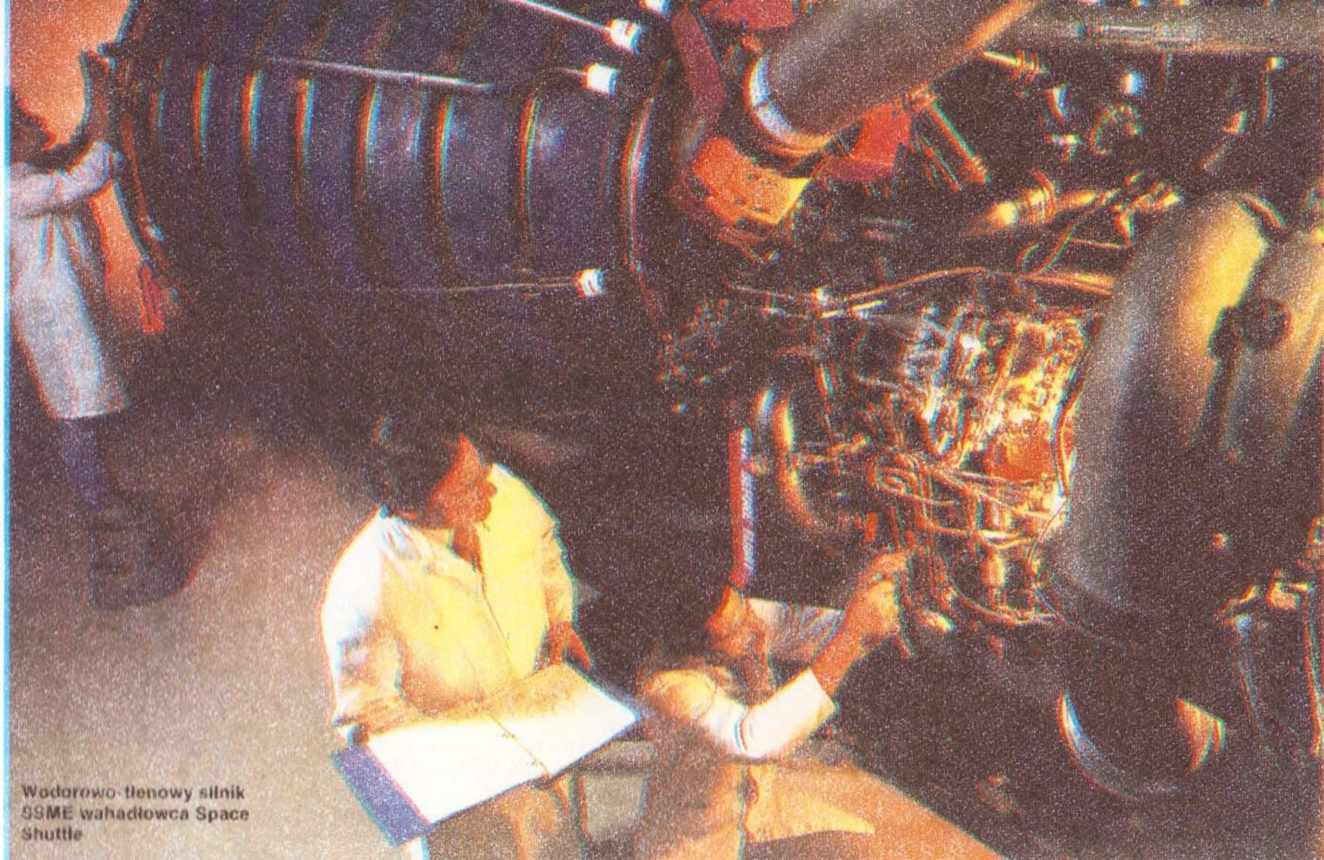
Start Sputnika 1, który nastąpił 4 października 1957 r., otworzył zupełnie nową epokę w dziejach naszej cywilizacji. Droga, jaką przebyła kosmonautyka od owego czasu, jest imponująca. Różne mogą być jej miary. Można zestawić niewielką, kilkudziesięciokilogramową metalową kulę, wyposażoną tylko w nadajnik i czujniki ciśnienia, z wieloczłonowymi, kilkudziesięciotonowymi kolosami w rodzaju statków księżycowych Apollo oraz stacji orbitalnych Skylab i Mir. Można porównać rewolucyjną w swoim czasie rakietę nośną pierwszego satelity z jej potężnymi następcami, takimi jak Saturn 5 czy Energia, nie mówiąc już o pojazdach transportowych wielokrotnego użytku. Przebyty dystans w nie mniejszym stopniu uświadamia wysłanie próbników międzyplanetarnych ku krańcom Układu Słonecznego i ku tak egzotycznym celom jak kometa Halleya. By zrealizować dotychczasowe misje, musiano rozwiązać dziesiątki złożonych zadań natury technicznej, choćby w dziedzinie dalekosiężnej łączności kosmicznej, precyzyjnej nawigacji czy niezawodności pojazdów — przez wiele miesięcy i lat przemierzających przestrzeń kosmiczną. Dzięki takim wyprawom w gwałtowny sposób rozszerzyła się nasza wiedza o przestrzeni kosmicznej, o zachodzących w niej skomplikowanych procesach i o innych ciałach niebieskich.

Kosmonautyka ogromnie przyczyniła się do lepszego poznania naszej własnej planety. Szczególnie przejrzystym przykładem płynących z tego korzyści jest meteorologia oraz cała grupa nauk i dziedzin użytkowych związanych z teledetekcją, a więc zdalnym obserwowaniem powierzchni Ziemi. Skoro o korzyściach z astronautyki mowa, nie sposób pominąć telekomunikacji, wprost zrewolucjonizowanej przez sztuczne satelity. Nie chodzi przy tym jedynie o przekazywanie między kontynentami programów TV czy rozmów telefonicznych, ale o zupełnie nową organizację służb łącznościowych. Przykładem tego niech będą tworzone właśnie systemy bezpośredniego odbioru programów TV retransmitowanych przez obiekty geostacjonarne, łączność dalekosiężna z jednostkami morskimi poprzez kosmos oraz rozwijająca się służba ratownicza wykorzystująca sztuczne satelity Ziemi.

Szczególna rola przypada załogowym wyprawom kosmicznym. I w tej dziedzinie astronautyki dokonał się niewiarygodny postęp. Realne stało się przekroczenie granicy rocznego pobytu człowieka w stanie nieważkości, podczas gdy pierwszy lot po orbicie wokółziemskiej trwał zaledwie 1,5 h. Czymś normalnym stały się loty grupowe i jednoczesne loty kosmiczne kilku, a nawet kilkunastu kosmonautów. Podstawą obecności człowieka w kosmosie są i będą długotrwale działające stacje orbitalne, a ich przeznaczenie będzie coraz bardziej ciążyło ku dziedzinom przynoszącym wymierne korzyści gospodarcze. Sprawą otwartą pozostaje na razie powrót ludzi na Srebrny Glob i niezwykle atrakcyjna wyprawa na Marsa. Są one całkowicie realne przy obecnym stanie wiedzy i techniki, a podstawowym ograniczeniem jest ich koszt.

Podbój kosmosu zapoczątkował Związek Radziecki. Najistotniejsze osiągnięcia astronautyki są udziałem ZSRR i USA, ale z każdym rokiem włącza się do badań i wykorzystania przestrzeni kosmicznej coraz więcej państw. Czynią to one zarówno samodzielnie, jak i — znacznie częściej — wysiłkiem międzynarodowym. Dostrzegają bowiem, iż pytanie „czy stać nas na udział w kosmonautyce?" jest zbieżne z pytaniem „czy stać nas na postęp?" Podjęcie wyzwania, jakie stawia kosmos, stanowi miarę nowej świadomości — świadomości, że pochodząc z Ziemi jesteśmy cząstką wszechświata i ograniczenie sfery zainteresowań tylko do powierzchni naszej planety może wyłączyć nas z jednego z głównych nurtów rozwoju cywilizacji.

Jerzy Wierzbowski

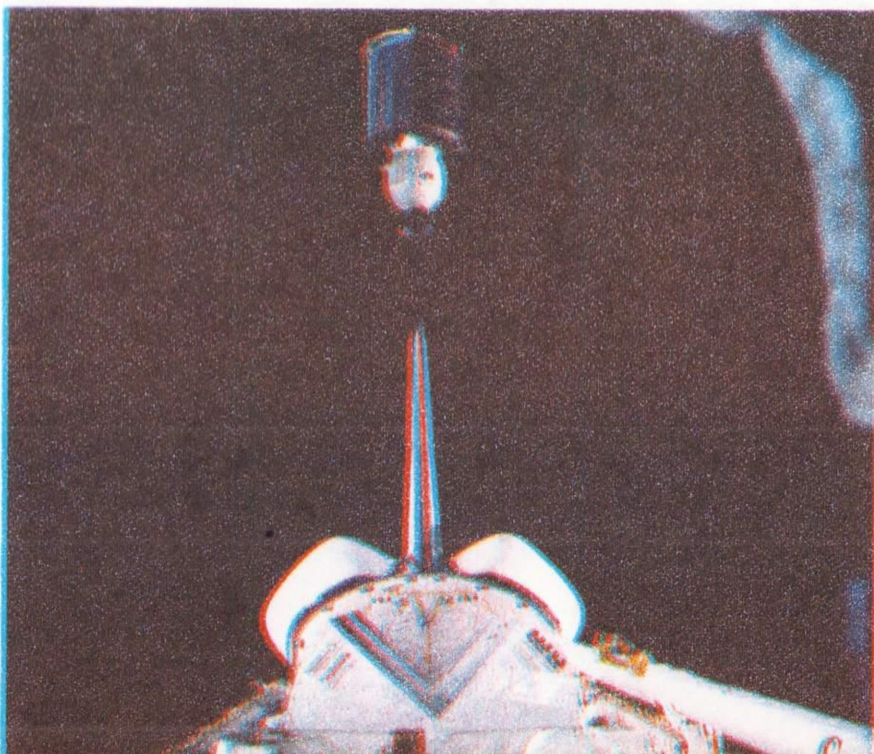

Wodorowo-tlenowy silnik SSME wahadłowca Space Shuttle

Fot. Rockwell-Rocketdyne

Silniki rakietowe i rakiety nośne

Piotr Wolański

Jednym z nieodzownych warunków rozpoczęcia lotów kosmicznych było zbudowanie odpowiednio dużych wielostopniowych rakiet nośnych. U zarania ery kosmicznej, w latach pięćdziesiątych naszego stulecia, było to zadanie niezwykle trudne. Jako rakiety nośne zarówno pierwszego sputnika, jak i pierwszego satelity amerykańskiego wykorzystano więc zmodyfikowane rakiety balistyczne, opracowane w zasadzie dla wojska. Dopiero z czasem powstały cywilne, odpowiednio niezawodne rakiety nośne, a możliwość samodzielnego wysyłania obiektów poza Ziemię uzyskały — po ZSRR i USA — również inne kraje.


Fot. NASA

Satelita, który opuścił ładownię wahadłowca, zostanie wprowadzony na wysoką orbitę wokółziemską za pomocą połączonego z nim dodatkowego członu rakietowego

Prace nad rakietami nośnymi szły w minionych trzydziestu latach w kilku kierunkach. Na przykład w ZSRR udoskonalano i wyposażano w wiele odmian górnych stopni wytwarzane w bardzo długich seriach rakiety Wostok i Sojuz, będące pochodnymi pierwszej radzieckiej rakiety nośnej. Podobnie było z nowszą i większą rakietą Proton. W USA oprócz modyfikowania górnych stopni stosowano na szeroką skalę — zwłaszcza w rakietach Delta i Tytan — pomocnicze człony pracujące równocześnie z pierwszym stopniem. Istotnym osiągnięciem było skonstruowanie rakiet z silnikami wykorzystującymi ciekły wodór i tlen; były to m.in. Centaury, Saturny i wahadłowce Space Shuttle. Te ostatnie stanowią szczytowe osiągnięcie techniki rakietowej. Oczekuje się, że podobnego typu pojazdy wielokrotnego użytku zaczną stosować i inne kraje. W dalszej przyszłości jest spodziewane zbudowanie jednostopniowych transportowych samolotów kosmicznych.

Dwustopniowa rakieta nośna, która wprowadziła na orbitę pierwszego sztucznego satelitę Ziemi, była napędzana płynnymi materiałami pędnymi — naftą i ciekłym tlenem. Bardzo interesująco skonstruowano pierwszy człon, który składał się z pięciu segmentów: jednego centralnego i czterech obwodowych. Każdy z nich wyposażono w czterokomorowy silnik RD-107. W związku z tym oglądana od dołu rakieta była wprost najeżona dyszami. Człony obwodowe działały krócej i były oddzielane jeszcze podczas pracy członu centralnego.

Silniki rakietowe...

Tabela 1. Charakterystyka najczęściej wykorzystywanych rakietowych materiałów pędnych

Rodzaj	Skład	Prędkość wypływu spalin z silnika m/s
Stałe	koloidalne (nitrogliceryna, nitroceluloza)	2000...2200
	niejednorodne (nadchlorany, lepiszcze, metale; azotany, lepiszcze, metale)	2400...2600
Ciekłe	węglowodory + ciekły tlen	2700...2900
	hydrazyna lub pochodne hydrazyny + czterochlorek azotu	3000...3200
	ciekły wodór + ciekły tlen	4300...4500

W 1957 r. w USA przygotowywano do startu cywilną rakietę kosmiczną Vanguard. Pierwszy start tej rakiety (nieudany) miał miejsce w grudniu 1957 r. Do wprowadzenia na orbitę pierwszego amerykańskiego sztucznego satelity posłużyła rakieta Jupiter — C. Wykorzystywała ona jako pierwszy stopień balistyczną rakietę Redstone. Drugi, trzeci i czwarty stopień zbudowane były z identycznych silników rakietowych na stały materiał pędny. Drugi z jedenastu, trzeci z trzech i czwarty z jednego. Rakieta ta wnosiła na orbity Ziemi niewielkie satelity badawcze z serii Explorer.

Potrzeba wysyłania w kosmos coraz większych ładunków spowodowała konieczność opracowania nowych rakiet oraz wykorzystania do ich zasilania bardziej efektywnych materiałów pędnych — by zmniejszyć masę startową rakiet.

Jednym z najbardziej wydajnych rakietowych materiałów pędnych jest mieszanina wodorowo-tlenowa. W rakietach wodór i tlen muszą być przechowywane w stanie ciekłym w oddzielnych zbiornikach. Technologia produkowania i użytkowania ciekłego tlenu jest dobrze znana od lat i nie nastręcza większych trudności. Natomiast produkcja i użytkowanie ciekłego wodoru wymaga pokonania wielu problemów technologicznych, które wynikają z faktu, że temperatura wrzenia ciekłego wodoru wynosi ok. 20 K (-253 °C). W tej temperaturze większość materiałów jest krucha, istnieją duże problemy z pracą pomp i zaworów.

Sprawność napędu rakietowego zależy jednak nie tylko od rodzaju materiału pędnego. Na sprawność cieplną silnika rakietowego wpływa przede wszystkim stosunek ciśnienia w komorze spalania do ciśnienia na wylocie z dyszy. Z tego powodu w nowoczesnych silnikach rakietowych stosuje się wysokie ciśnienie robocze. Z kolei sprawność napędowa silnika rakietowego zależy przede wszystkim od prędkości lotu rakiety i jest najwyższa (równa jedności) dla prędkości lotu rakiety równej prędkości wypływu spalin z dyszy silnika. Korzystne jest stosowanie mniej wydajnych materiałów pędnych przy niskich prędkościach lotu, a wydajniejszych przy wyższych. Zestawienie stosowanych obecnie rakietowych materiałów pędnych zawiera tab. 1.

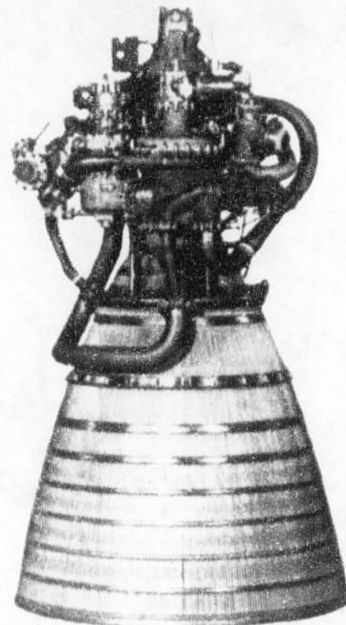
Z przytoczonych danych widać wyraźnie, że korzystne jest stosowanie w pierwszych stopniach rakiet kosmicznych i w pomocniczych członach startowych stałych materiałów pędnych, a w ostatnich stopniach zestawu wodorowo-tlenowego.

Wykorzystanie pomocniczych członów startowych na stałe materiały pędne oraz zastosowanie ostatnich stopni napędzanych mieszaniną wodorowo-tlenową umożliwiło znaczne zwiększenie udźwigu rakiet nośnych (np. Thor-Delta, Atlas-Centaur, Titan III-C/ /Centaur, Space Shuttle, Ariane).

W latach sześćdziesiątych opracowano od podstaw konstrukcje dużych rakiet kosmicznych. W ZSRR zbudowano rakietę Proton, a w USA — serię rakiet Saturn.

Pierwszy lot rakiety Proton miał miejsce w 1965 r. Wniosła ona na orbitę dużego satelitę naukowego o nazwie Proton, od którego przejęła oznaczenie. Kolejne wersje rakiet Proton wykorzystywane były do wysyłania satelitów geostacjonarnych, próbników międzyplanetarnych oraz stacji orbitalnych z serii Salut i Mir o masie ok. 20 t. W pierwszym członie Protona wykorzystuje się 6 silników RD-253 pracujących na niesymetrycznej dwumetylohydrazynie i czterotlenku azotu. Paliwo znajduje się w 6 cylindrycznych zbiornikach długości 17 m i o średnicy 1,7 m, które otaczają pojedynczy zbiornik z utleniaczem o średnicy 4 m.

Przygotowując załogowe wyprawy na Księżyc opracowano trzy typy dużych rakiet

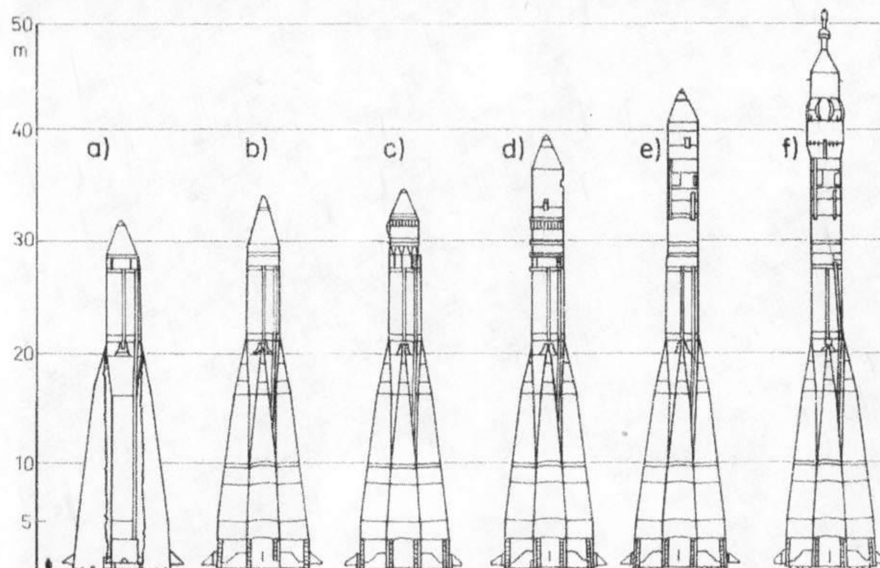


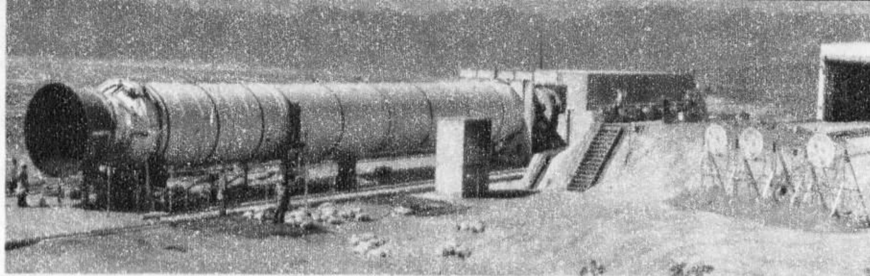
Silnik RL-10 rakiety Centaur — pierwszy silnik rakietowy zasilany ciekłym wodorem i tlenem

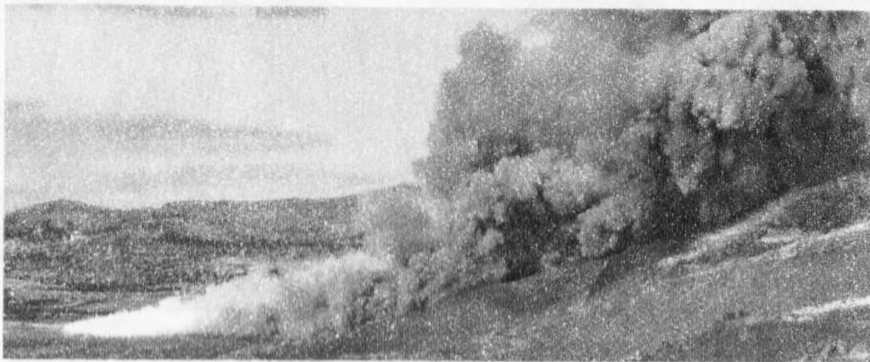
Tabela 2. Niektóre komercjonalne rakiety kosmiczne

Nazwa	Konstrukcja	Ciężar użyteczny na geostacjonarnej orbicie transferowej kg	Koszt mln dol.	Kraj użytkujący
Sojuz	czterostopniowa na ciekłe mat. pędne z pierwszym stopniem hybrydowym	7000 na bliskoziemską orbitę	—	ZSRR
Proton	cztery stopnie na ciekły mat. pędny	4600	26	ZSRR
Delta II	9 rakiet startowych; dwa stopnie na ciekłe mat. pędne; trzeci stopień na stały mat. pędny	1400...1800	35...50	USA
Tytan III	dwa stopnie startowe na stały mat. pędny; dwa na ciekły mat. pędny; ostatni stopień alternatywny	5670	90 (podwójny ładunek)	USA
Atlas/ /Centaur	hybrydowy; pierwszy stopień na ciekły mat. pędny; drugi na H_2+O_2	2350	60	USA
Ariane 4	do 4 rakiet wspomagających start; dwa stopnie na stabilne ciekłe mat. pędne; trzeci na H_2+O_2	4200	80 (podwójny ładunek)	Arianspace
Długi Marsz 3	dwa stopnie napędzane stabilnymi ciekłymi mat. pędnymi; trzeci na H_2+O_2	1400	35	ChRL

Wersje rozwojowe pierwszej radzieckiej rakiety kosmicznej: a) rakieta balistyczna z dwoma członami obwodowymi oraz kolejno rakiety nośne: b) Sputnika 1, c) sond Łuna, d) statków Wostok, e) statków Woschod, f) statków Sojuz







Fot. IPS

Próby na hamowni silników rakietowych SRB na stałe materiały pędne. Wspomagają one starty wahadłowców. W dziesiątym locie Challengera taki silnik stał się przyczyną katastrofy

Saturn. Najmniejsza z nich, Saturn 1, zdolna była do wyniesienia na orbitę 12,5 t ładunku. Jej pierwszy start orbitalny odbył się w 1964 r. Wykorzystywano ją w bezzałogowych lotach testowych statku Apollo oraz do wysyłania satelitów Pegasus. Pierwszy stopień tej rakiety napędzany był ośmioma silnikami J-1, zasilanymi naftą i ciekłym tlenem, drugi stopień sześcioma silnikami RL-10, zasilanymi ciekłym tlenem i ciekłym wodorem. Po opracowaniu dużego silnika J-2, zasilanego ciekłym tlenem i ciekłym wodorem, zmieniono konstrukcję drugiego stopnia. Nowy stopień S-IVB napędzany był jednym silnikiem J-2 o ciągu ok. 1 MN (90 t). Rakiety z tym stopniem, nazwane Saturn 1B, wykorzystano do bezzałogowych prób statków Apollo i lądownika księżycowego LM na orbicie wokółziemskiej oraz w załogowych lotach programów Apollo, Skylab i Sojuz-Apollo.

Największa z serii rakieta, oznaczona Saturn 5, była konstrukcją trzystopniową. Pierwszy stopień był napędzany pięcioma silnikami H-1 o łącznym ciągu ok. 34 MN (3500 t), zasilanymi naftą i ciekłym tlenem. Drugi stopień był napędzany pięcioma wspomnianymi już silnikami J-2, a ostatni stopień, S-IVB, był identyczny jak drugi stopień Saturna 1B. Na starcie rakieta miała masę 3000 t i wysokość 111 m. Saturn 5 był zdolny wynieść na orbitę Ziemi ładunek o masie ponad 139 t lub rozpędzić do drugiej prędkości kosmicznej pojazd o masie ok. 50 t i pozostaje największą rakietą zbudowaną do chwili obecnej. Wykorzystywano ją w bezzałogowych lotach statku Apollo, w lotach załogowych na orbicie Ziemi i Księżyca oraz w lotach załogowych na Księżyc. Jej dwustopniowa wersja posłużyła do wprowadzenia na orbitę Ziemi stacji orbitalnej Skylab.

Już w pierwszych latach ery kosmicznej rozpoczęto studia nad budową odzyskiwalnych rakiet i statków kosmicznych, ponieważ odzyskiwanie nawet tylko niektórych części bardzo drogich rakiet daje szanse na znaczne obniżenie kosztów wysyłania na orbitę Ziemi sztucznych satelitów. Przypomnijmy, że koszty przeciętnego startu rakiety kosmicznej wahają się obecnie w granicach od 20 do 100 mln dolarów.

Uwieńczony sukcesem etap prac nad rakietami wielokrotnego użytku rozpoczęto w Stanach Zjednoczonych na początku lat siedemdziesiątych. Z wielu rozpatrywanych projektów wybrano koncepcję budowy promu kosmicznego Space Shuttle, którego konstrukcję Czytelnicy dobrze znają. Przypomnijmy więc tylko, że jego uskrzydlony człon orbitalny OV wyposażono w trzy potężne silniki SSME zużywające ciekły wodór i tlen czerpany z zewnętrznego zbiornika ET w kształcie cygara. Po bokach ET są montowane ogromne człony wspomagające SRB na stałe materiały pędne. OV ma jeszcze dwa typy silników, pracujących na hydrazynie i czterotlenku azotu. Większe z nich, OMS, służą do zasadniczych zmian parametrów orbity, a mniejsze — RCS — do drobnych korekt toru lotu i zmian usytuowania przestrzennego.

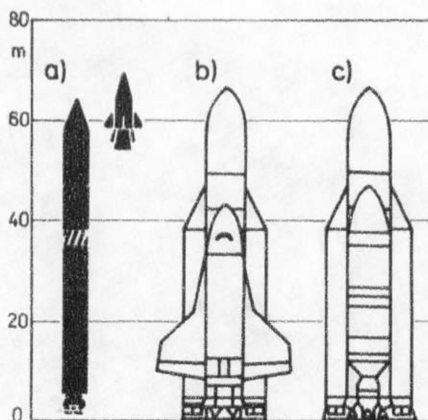
Wahadłowce operują na stosunkowo niskich orbitach. W związku z tym powstała cała gama członów rakietowych, które łączy się z satelitami, jakie mają być wprowadzone na tory przebiegające w dużej odległości od powierzchni Ziemi. Po wyładowaniu z komory towarowej OV człony takie pełnią taką samą funkcję, jak górne człony klasycznych rakiet nośnych. W najbliższych latach przewiduje się wprowadzenie operujących w kosmosie członów rakietowych wielokrotnego użytku — swego rodzaju holowników orbitalnych.

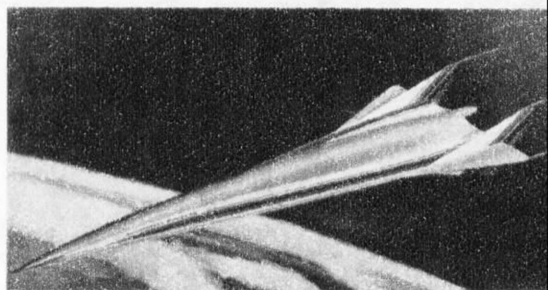
Amerykańskie promy kosmiczne, które wznowią starty zapewne latem 1988 r., były dotychczas jednym typem wykorzystywanych wielokrotnie pojazdów kosmicznych. Trwają jednak prace nad budową innych obiektów tego rodzaju. W ZSRR przygotowywane są dwie wersje promów. Mały rakietoplan ma służyć jako środek transportowy dla załóg stacji orbitalnych, duży ma mieć podobne zastosowanie jak amerykańskie wahadłowce.

Francja w ramach agencji ESA prowadzi studia nad promem kosmicznym Hermes. Plany dwuczłonowego samolotu kosmicznego Sänger powstają w RFN. Także Japonia prowadzi prace nad promem kosmicznym.

W przyszły wiek wybiegają studia nad jednostopniowymi pojazdami wielokrotnego użytku, zdolnymi do umieszczania na orbitach bliskoziemskich ładunków użytecznych. Pojazdy te mają mieć złożony układ napędowy pracujący w różnych warunkach lotu. Start będzie się odbywać podobnie do startu samolotu odrzutowego. Do prędkości ok. 3 M nowe pojazdy będą napędzane silnikami turboodrzutowymi. W zakresie liczb Macha 3-5 — silnikami strumieniowymi, realizującymi spalanie w poddźwiękowych komorach. Dla większych prędkości lotu zmieniana będzie konfiguracja silników na hipersoniczne silniki strumieniowe z naddźwiękową komorą spalania. Końcowe przyspieszenie, umożliwiające wejście na orbitę Ziemi, zapewnią dodatkowe silniki rakietowe.

Schematy najnowszych radzieckich rakiet kosmicznych: a) rakieta nośna o średnim udźwigu zdolna do wynoszenia w kosmos ładunków o masie do 15 t, w tym małego promu kosmicznego, b) rakieta Energia z dużym promem kosmicznym (udźwig samego promu do 30 t), c) rakieta Energia w wersji towarowej, z cylindrycznym kontenerem mogącym pomieścić ładunek o masie ok. 100 t





Jeden z projektów jednostopniowego samolotu kosmicznego

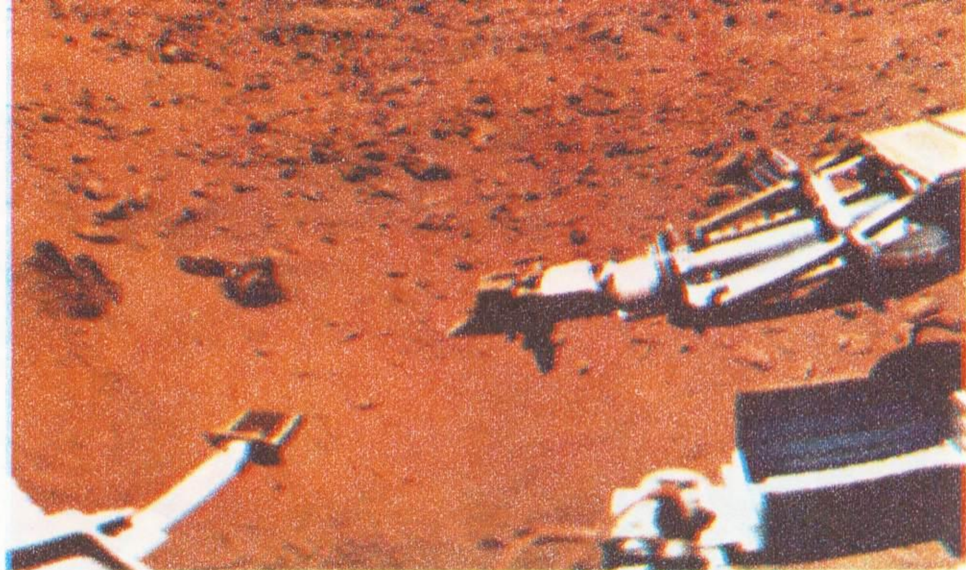
Katastrofa promu Challenger zbiegła się z serią nieudanych startów — nielicznych już — bezzałogowych rakiet kosmicznych USA i europejskiej rakiety Ariane. Ograniczyło to znacznie zdolności wystrzeliwania sztucznych satelitów i statków kosmicznych, a w dalszej konsekwencji wyzwoliło prace mające na celu unowocześnienie wcześniej stosowanych oraz szybkie opracowanie nowych, bardziej wydajnych rakiet kosmicznych. Rakiety takie mogą być opracowane stosunkowo szybko — znacznie szybciej niż samoloty kosmiczne — i mają umożliwić opłacalne wprowadzanie na orbity (głównie geostacjonarne) satelitów użytecznych. Planuje się również budowę dużych bezzałogowych rakiet, niezbędnych do wysyłania stacji orbitalnych.

Poczesne miejsce wśród nowo wprowadzanych do użytku rakiet zajmie z pewnością radziecka konstrukcja Energia, wypróbowana po raz pierwszy w maju br. Masa startowa 2000 t i udźwig ponad 100 t stawiają ją na drugim po Saturnie 5 miejscu wśród kiedykolwiek zbudowanych rakiet, a na pierwszym — wśród używanych obecnie. W odróżnieniu od amerykańskich wahadłowców, które mają ustaloną konfigurację startową, Energia ma służyć zarówno do wprowadzania do orbitę załogowych statków kosmicznych wielokrotnego użytku, jak i dużych obiektów — członów składowych stacji orbitalnych, względnie badawczych i użytkowych sztucznych satelitów.

Piotr Wolański

Badania planet za pomocą próbników kosmicznych zapoczątkowano już w pierwszych latach ery kosmicznej. Pierwsza sonda międzyplanetarna — radziecka Wenus 1 — wystartowała w kierunku Jutrzenki w lutym 1961 r. Natomiast pierwszych danych o tej najbliższej Ziemi planecie dostarczył w grudniu 1962 r. amerykański pojazd Mariner 2, który przeleciał w odległości ok. 35 000 km od jej powierzchni.

Piotr Wolański



Badania planet



Fot. Jerzy Wierzbowski

Duplikat próbników Wenus 15 i 16, które za pomocą urządzeń radarowych (anteny na pierwszym planie) pozwoliły sporządzić mapy wybranych rejonów planety najbliższej Ziemi, a mimo to wciąż tajemniczej

Wenus — zbliżona rozmiarami i masą do naszego globu — stała się najczęstszym celem wypraw międzyplanetarnych, a mające ją za cel misje charakteryzują się największą różnorodnością. Jeszcze w latach sześćdziesiątych próbniki Wenus 4, 5 i 6 przeprowadziły pierwsze bezpośrednie badania atmosfery, zagłębiając się coraz bardziej w otoczkę gazową planety. Jako pierwszy dotarł do powierzchni globu, 15 grudnia 1970 r., lądownik automatycznej stacji międzyplanetarnej Wenus 7. Jego aparatura naukowa dostarczyła danych o warunkach panujących na powierzchni oraz o składzie atmosfery.

Lądowanie na Wenus realizowane jest przy wykorzystaniu aerodynamicznego hamowania pojazdu w atmosferze planety. Operacja lądowania rozpoczyna się już w dużej odległości od Wenus. Następuje wtedy oddzielenie lądownika od automatycznej stacji międzyplanetarnej, która następnie, omijając planetę, kontynuuje lot po orbicie okołosłonecznej. Pozwala to wykorzystać stację do retransmitowania na Ziemię słabych sygnałów wysyłanych z lądownika podczas jego ruchu w atmosferze i po wylądowaniu. Lądownik wchodzi w atmosferę Wenus z prędkością ponad 11 km/s. Przy bardzo stromym torze podejścia jest poddawany gwałtownemu hamowaniu, podczas którego przeciążenia dochodzą aż do ok. 350 g. Po zmniejszeniu prędkości opadania do ok. 200 m/s otwiera się spadochron, który powoduje dalsze wyhamowanie lądownika. Przy powierzchni planety atmosfera jest już tak gęsta, że do łagodnego lądowania pojazdu wystarczają tylko niewielkie stabilizatory aerodynamiczne; stosowano je począwszy od pary pojazdów oznaczonych Wenus 9 i 10.

Temperatura na powierzchni Wenus wynosi ok. 470°C, a ciśnienie atmosferyczne ok. 9 MPa. Lądownik musi więc wytrzymać dziewięćdziesiąt razy wyższe ciśnienie niż to, jakie panuje przy powierzchni Ziemi i bardzo wysoką temperaturę. Z tego powodu człony lądujące po dotarciu na Wenus pracują bardzo krótko. Do chwili obecnej dotarło do powierzchni sąsiedniej planety już 10 lądowników radzieckich i 3 amerykańskie. Oprócz danych o atmosferze dostarczyły one również zdjęcia powierzchni oraz wykonały badania gruntu — pobrawszy samoczynnie jego próbki.

Trzy pojazdy zostały wprowadzone na orbity satelitarne tej planety i wykonały radarowe mapy globu otoczonego szczelną powłoką chmur. Lądowniki wysłane na powierzchnię Wenus z próbników Wega wypuściły w atmosferę dwa balony z aparaturą badawczą; ich lot był przez kilkanaście godzin śledzony przez międzynarodowy zespół naukowców z różnych krajów. Do Wenus wysłano dotychczas największą liczbę próbników. Pomimo to, ciągle jeszcze nasza znajomość tej planety jest ograniczona.

Druga pod względem odległości od Ziemi planeta — Mars, jest obecnie znacznie lepiej poznana, chociaż liczba wysłanych do niej próbników kosmicznych była znacznie mniejsza. Wynika to z faktu, że Mars ma szczątkową atmosferę, która tylko w niewielkim stopniu i bardzo rzadko przesłania jego powierzchnię. W lipcu 1965 r. próbnik Mariner 4 przekazał pierwsze obrazy powierzchni Czerwonej Planety, uzyskane z niewielkiej odległości. Potwierdziły one wcześniejsze przypuszczenia astronomów o braku „kanałów" na tym globie. Kolejną serię obrazów Marsa przesłały Mariner 6 i 7, ich następca zaś, Mariner 9, stał się — dzięki odpowiednio dużemu silnikowi rakietowemu — pierwszym sztucznym satelitą innej niż Ziemia planety. Dzięki długotrwałym obserwacjom Marinera 9 okazało się, że powierzchnia Marsa ma bardzo urozmaiconą rzeźbę — ze śladami wyschniętych potężnych rzek. Kolejny, najważniejszy dotychczas, etap badań Marsa rozpoczął się w 1976 r., kiedy to wylądowały na jego powierzchni dwa próbniki Viking. Nadesłały one na Ziemię tysiące zdjęć oraz przeprowadziły analizę atmosfery i gruntu — poszukując śladów życia organicznego. Człony orbitalne Vikingów przesłały na Ziemię bardzo szczegółowe zdjęcia powierzchni Marsa i jego księżyców, Fobosa i Deimosa.

Mimo upływu ponad 10 lat informacje dostarczone przez Vikingi są nadal przedmio-

Obraz marsjańskiej Góry Olimp (średnica ok. 35 km) przekazany przez człon orbitalny jednego z Vikingów



Marsjański krajobraz — zdjęcie wykonane za pomocą lądownika Vikinga 1, którego elementy widać na pierwszym planie

Fot. NASA

tem zainteresowania i interpretacji naukowców. Kluczowym problemem jest przy tym występowanie na Marsie — niegdyś i obecnie — wody pod jej różnymi postaciami.

Wysłanie pojazdu kosmicznego z Ziemi w kierunku Jowisza wymaga nadania mu prędkości ok. 14 km/s. Jeszcze większa prędkość (16 km/s) potrzebna jest przy bezpośrednim locie do najbardziej odległych planet w Układzie Słonecznym. By ominąć to wymaganie, w lotach do odległych planet obecnie powszechnie wykorzystuje się przyspieszanie statku kosmicznego w polu grawitacyjnym innych ciał niebieskich. Technikę tę wykorzystano w lotach sond Pionier 10 i 11, wysłanych w latach 1972 i 1973 do Jowisza. Dzięki temu Pionier 10 stał się pierwszym obiektem, który opuścił Układ Słoneczny, a Pionier 11 zbliżył się po raz pierwszy w historii kosmonautyki do Saturna. Przypomnijmy, że podobna technika została wykorzystana do zmiany prędkości sondy Mariner 10 w polu grawitacyjnym Wenus i skierowania próbnika w okolice Merkurego. Tor lotu został tak dobrany, że Mariner 10 dwukrotnie przeleciał w niedalekiej odległości od Merkurego, wykonując ok. 3000 zdjęć powierzchni tej planety o zdolności rozdzielczej dochodzącej do 50 m. Wcześniej, podczas przelotu obok Wenus, wykonał ok. 3700 zdjęć powłoki chmur. Zdjęcia wykonane w ultrafiolecie umożliwiły po raz pierwszy obserwację cyrkulacji atmosfery na Wenus.

Badania planet olbrzymów rozpoczęte przez sondy Pionier 10 i 11 były kontynuowane na przełomie lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych za pomocą znacznie doskonalszych próbników z serii Voyager. Sondy te wyposażone były w wysokiej klasy kamery TV. Dzięki temu, a także dzięki polepszeniu zdolności odbiorczych stacji naziemnych, znacznie zwiększyła się szybkość przekazywania danych na Ziemię. Te dwa czynniki pozwoliły na podwyższenię częstotliwości przesyłanych obrazów.

Przeloty Voyagerów obok Jowisza i Saturna w latach 1979—1981 dostarczyły ponad 60 000 bardzo dobrej jakości zdjęć tych planet i ich naturalnych satelitów. Pozwoliły one na odkrycie wielu satelitów tych planet, struktury atmosfery i pierścieni obu planet. Ujawniły wiele szczegółów na powierzchni księżyców oraz dostarczyły pierwszych dowodów o istnieniu aktywnej działalności wulkanicznej na jednym z księżyców Jowisza — Io.

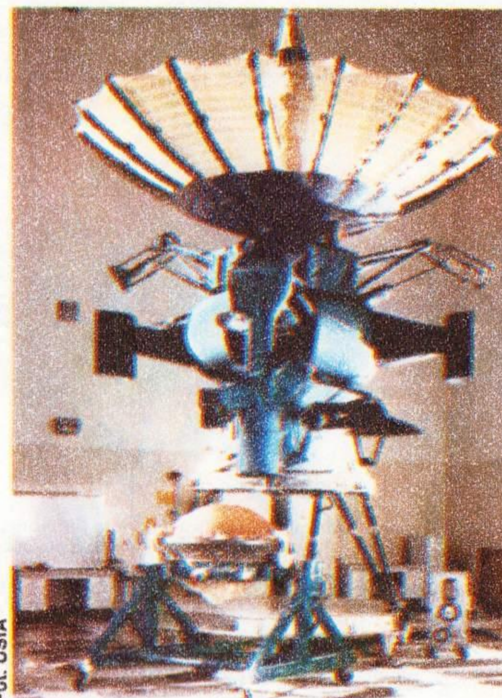
Oba próbniki przyspieszywszy lot w polu grawitacyjnym Jowisza dotarły do Saturna. Z kolei pole grawitacyjne Saturna zostało wykorzystane do skierowania Voyagera ku Uranowi. W styczniu 1986 r. Voyager 2 przesłał serię unikatowych zdjęć tej planety, jej pierścieni i księżyców. Odkryte zostały nowe pierścienie i naturalne satelity oraz fascynująca, bogata rzeźba powierzchni kilku księżyców. Pokonano przy tym trudności wynikające nie tylko z dużej odległości od Ziemi (ok. 4,5 mld km), ale również z małej intensywności oświetlenia.

Voyager 2 ma jeszcze przeprowadzić w 1989 r. badania Neptuna — planety, która obecnie jest najbardziej oddalona od Słońca. Jedyną planetą, do której w tym stuleciu nie dotrze żaden pojazd kosmiczny, będzie więc stosunkowo mały Pluton, znajdujący się na kresach Układu Słonecznego.

Na najbliższe lata planowane są intesywne bezzałogowe badania Marsa i jego naturalnych księżyców. Planuje się wysłanie nowych, bardziej doskonałych sztucznych satelitów tej planety, badanie gruntu Fobosa i Marsa oraz rozpatruje się możliwość sprowadzenia na Ziemię gruntu marsjańskiego. Intensyfikacja badań Czerwonej Planety związana jest z coraz bardziej rysującymi się planami załogowej wyprawy na Marsa — wyprawy możliwej do zrealizowania przy organizacyjnym i finansowym wysiłku wielu państw.

Na start oczekuje obecnie m.in. próbnik międzyplanetarny Galileo. Pojazd ten ma stać się pierwszym sztucznym satelitą Jowisza i wprowadzić w jego atmosferę specjalną sondę, zdolną do przeprowadzenia pomiarów parametrów otoczki gazowej największej planety w Układzie Słonecznym. Katastrofa Challengera znacznie opóźni start Galileo i dotarcie tego pojazdu do Jowisza i jego naturalnych satelitów. Podobna do Galileo misja, nazwana Cassini, mająca za cel Saturna, jest przygotowywana wspólnie przez USA i kraje Europy Zachodniej. W opracowaniu są też inne bezzałogowe próbniki międzyplanetarne. Prowadzone są prace nad satelitą Wenus, wyposażonym w duży radar, umożliwiający szczegółowe badania struktury powierzchni planety przez gęste chmury. Planuje się również wysłanie próbników do badania asteroidów i komet oraz sprowadzenie na Ziemię próbek materii tych ciał niebieskich.

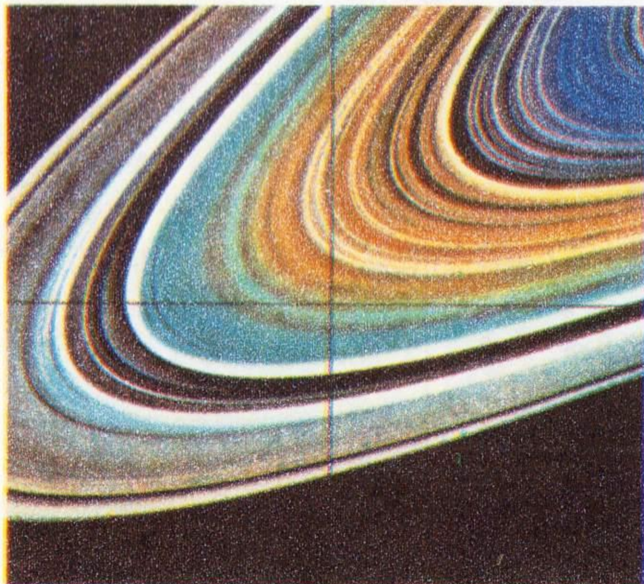
Badania planet za pomocą bezzałogowych sond kosmicznych — mimo szeregu bezspornych osiągnięć natury technicznej i skokowego poszerzenia wiedzy o innych ciałach niebieskich — znajdują się nadal dopiero w stadium początkowym. Do chwili obecnej w przestrzeń międzyplanetarną wysłano niewiele ponad 50 próbników kosmicznych. Ostatnio obserwujemy jednak jakościową zmianę w tych badaniach. Wysłane do planet próbniki są coraz bardziej złożone i dostosowane do długotrwałej (nawet wieloletniej) pracy w przestrzeni kosmicznej. Zwiększa się zróżnicowanie i precyzja wyposażenia naukowego pojazdów. Jakościowy wzrost poziomu badań planet przyczyni się do lepszego poznania Układu Słonecznego i historii jego rozwoju. Umożliwi zatem lepsze poznanie oraz zrozumienie historii i struktury także naszej macierzystej planety. ***HT***



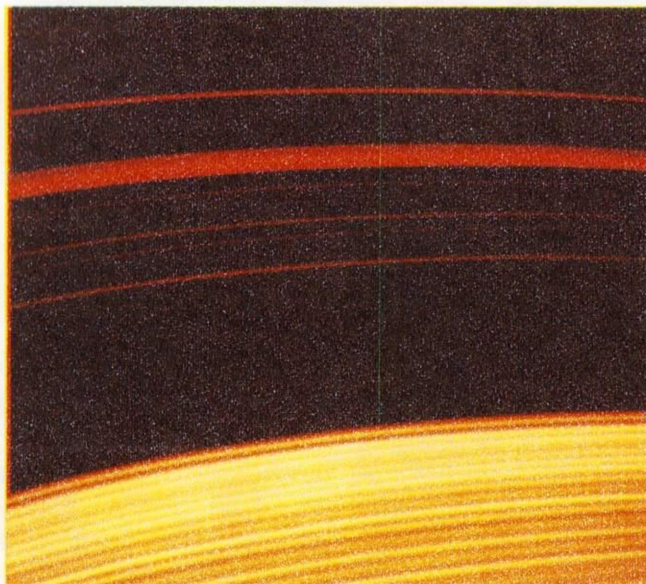
Fot. USIA

Próbnik Galileo podczas przygotowań w kalifornijskim Laboratorium Napędów Odrzutowych. Zwraca uwagę siatkowa antena kierunkowa o średnicy 4,8 m (u góry) oraz umieszczona na oddzielnym wózku sonda atmosferyczna (na pierwszym planie)

Pierścienie Saturna sfotografowane przez Voyagera 1. Technika fałszywych barw uwypukla złożoną strukturę pierścieni



Wycinek pierścieni Saturna szer. 100 km — zdjęcie wykonane ze zdolnością rozdzielczą 1 km przez Voyagera 2 i poddane obróbce komputerowej



Fot. JPL

Nasze wizytówki w kosmosie

W 1966 r. Prezydium PAN powołało Komitet ds. Badania i Pokojowego Wykorzystania Przestrzeni Kosmicznej powierzając mu funkcję organizatora badań oraz polskiego organu narodowego koordynującego międzynarodową współpracę w tej dziedzinie. W 1978 r. nazwę zmieniono na Komitet Badań Kosmicznych. W ramach Komitetu grupującego kilkudziesięciu naukowców działają komisje specjalistyczne: fizyki kosmicznej, geodezji satelitarnej, meteorologii kosmicznej, technologii materiałowej, łączności kosmicznej, prawa kosmicznego i teledetekcji. W 1977 r. rozpoczęło działalność Centrum Badań Kosmicznych PAN. Jest to interdyscyplinarny ośrodek badawczy, zajmujący się zarówno badaniem przestrzeni okołoziemskiej i międzyplanetarnej, jak i pracami związanymi z praktycznym wykorzystaniem tych środowisk. Główne kierunki działań CBK dotyczą: fizyki kosmicznej, geodezji satelitarnej i teledetekcji. Część prac badawczych jest prowadzona samodzielnie przez Centrum, pozostałe przy współudziale wielu krajowych instytutów naukowych.

Fot. Wiesław Garbarczyk — IL

Aparatura kontrolna dla analizatora fal plazmowych APW-N wykonana w Instytucie Lotnictwa

Centrum Badań Kosmicznych zostało zorganizowane przez wydzielenie i rozbudowanie pracowni i grup badawczych, które przed 1977 r. prowadziły badania kosmiczne w ramach innych placówek naukowych. W CBK działają cztery zespoły: Zakład Fizyki Kosmicznej, Zakład Geodezji Planetarnej, Zakład Technik Kosmicznych i Zakład Mechaniki Nieba oraz pracownie: Astronomiczne Obserwatorium Szerokościowe (w Borowcu) i Pracownia Związków Słońce-Ziemia (we Wrocławiu).

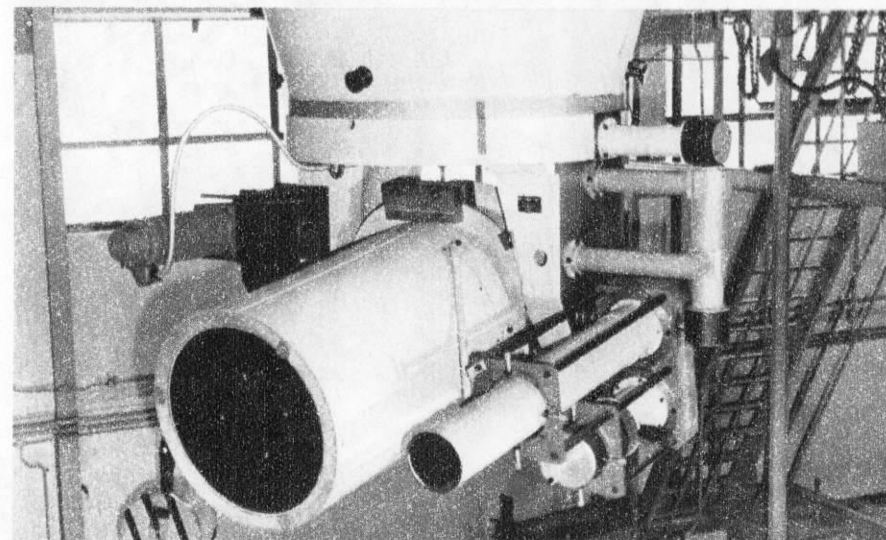
Większość doświadczeń kosmicznych CBK wiąże się ze współpracą międzynarodową. Są one zazwyczaj składnikami zakrojonych na szerszą skalę eksperymentów, prowadzonych przez Instytut Badań Kosmicznych w Moskwie. CBK łączą ścisłe kontakty z ośrodkami naukowymi w Bułgarii i CSRS. Współuczestniczy ono pośrednio w wielu doświadczeniach ośrodków naukowych, m.in. W. Brytanii, RFN, Austrii, Szwecji i Francji. Trzeba wspomnieć o współpracy CBK z grupami roboczymi organizacji GOSPAR, Międzynarodową Unią Geofizyki i Geodezji oraz Międzynarodową Unią Astronomii.

Fascynacja kosmosem — mówi prof. Stanisław Grzędzielski, dyrektor Centrum Badań Kosmicznych — trwa i będzie trwała. Badania kosmiczne nie są ani elementem propagandy sukcesu, ani zabawą. Badania te są koniecznością, jeśli nie chcemy znaleźć się w sytuacji krajów zacofanych.

Polska nie jest potęgą kosmiczną, ale od wielu lat prowadzone są badania i budowana jest aparatura dla obiektów kosmicznych. Współpracujemy bezpośrednio i pośrednio z wieloma ośrodkami naukowymi w kraju i za granicą, uczestniczymy w programie międzynarodowym Interkosmos. Dopplerowskie odbiorniki, umożliwiające dzięki sztucznym satelitom wyznaczanie pozycji stacji naziemnych, zbudowaliśmy pierwsi w krajach socjalistycznych. Prowadzimy systematyczny sondaż jonosfery na potrzeby łączności radiowej. Jesteśmy krajem wiodącym w programie Interkosmosu w dziedzinie bezpośredniego odbioru telewizji satelitarnej. Budujemy unikatową aparaturę dla radzieckich stacji orbitalnych nowej generacji (Mir), m.in. aparaturę Fizjotest-4 powstałą w Wojskowym Instytucie Medycyny Lotniczej i system orientacji względem gwiazd dla radzieckich obiektów kosmicznych, znany pod kryptonimem Telegwiazda. O istnieniu systemów satelitarnych, które są wykorzystywane na co dzień wiemy choćby z programów TV — z serwisem informacyjnym przekazywanym za pomocą satelitów telekomunikacyjnych — i informacjami meteorologicznymi, których składnikiem są zdjęcia Ziemi z kosmosu. W ciągu minionego dziesięciolecia odnotować trzeba specjalizację Polaków w zakresie teledetekcji, geodezji satelitarnej i fizyki kosmicznej.

Paweł Elsztein

Pierwszy polski dalmierz laserowy dla geodezji satelitarnej. Pracuje w CBK-Borowiec



1973—1978. Badania wybuchów promieniowania radiowego Słońca prowadzone przez Zakład Astronomii PAN i Instytut Lotnictwa, zapoczątkowane wysłaniem na pokładzie satelity Interkosmos-9 Kopernik-500 (19.04.1973) polskiego radiospektrografu.

1977. Przygotowanie programu badań naukowo-technicznych dla lotu pierwszego polskiego astronauty. Budowa niezbędnej aparatury i koordynacja m.in. eksperymentów prowadzonych na stacji orbitalnej Salut-6.

W 1977 r. na pokładzie radzieckiej rakiety badawczej Wertikal-5 umieszczono dwa polskie urządzenia: blok kamer rentgenowskich i fotometr szerokopasmowy do badania promieniowania słonecznego. Aparaturę skonstruowano w Pracowni Związków Słońce-Ziemia CBK. Doświadczenie było kontynuacją prac rozpoczętych przy użyciu rakiet Wertikal-1 i 2 w latach 1970-71. Dalsze doświadczenia przeprowadzono podczas kolejnych startów rakiet Wertikal w latach 1980-1983.

27 czerwca 1978 r. na statku Sojuz-30 w składzie międzynarodowej załogi znalazł się Polak Mirosław Hermaszewski. Dowódcą statku był Piotr Klimuk. Lot satelitarny, łącznie z pobytem na stacji orbitalnej Salut-6, trwał 190 h 56 min. Zrealizowano większość eksperymentów przygotowanych również w CBK.

1979. Pomiary naturalnej emisji elektromagnetycznej w przestrzeni kosmicznej jako kontynuacja eksperymentu Kopernik-500, na pokładzie satelity radzieckiego Interkosmos-19.

W CBK rozpoczęto prace nad oryginalnym spektrometrem przystosowanym do teledetekcji zarówno ze statku powietrznego, jak i obiektu kosmicznego.

1980. Badania fal plazmowych prowadzone z satelity radzieckiego Prognoz-8 (apogeum 200 tys. km) w ramach eksperymentu Sawa w ścisłej kooperacji naukowej i technicznej z ZSRR i CSRS. Aparatura — analizator fal plazmowych — została wykonana w Instytucie Lotnictwa.

W latach **1980—1984** zbudowano aparaturę DOG — Dopplerowski Odbiornik Geodezyjny (przy współudziale IL), umożliwiający precyzyjne umiejscowienie stacji dzięki sygnałom z satelitów nawigacyjnych (NNSS—TIROS). Zbudowano 10 odbiorników typu DOG1, 2 i 3. Pracują w kraju i za granicą, m.in. w ZSRR i CSRS.

W 1984 r. zbudowano pierwszy polski dalmierz laserowy (w kooperacji m.in. z WAT i Politechniką Wrocławską). Całkowicie zautomatyzowany dalmierz ma zasięg ok. 10 000 km, przy dokładności 1 dm. Wyjściowa energia impulsu 250 MJ, długość impulsu 3 ns, czas powtarzania błysku 1 s. Masa aparatury ok. 2500 kg. Znajduje się w wyposażeniu CBK-Borowiec.

W dwóch radzieckich próbnikach międzyplanetarnych Wega-1 i Wega-2 badających kometę Halleya umieszczone zostały dwa bliźniacze analizatory fal plazmowych zbudowane w Instytucie Lotnictwa na zamówienie i przy współpracy naukowej CBK. Analizatory APW-N pracowały w zakresie 1-1000 Hz, zasilane mocą 5,4 W. Masa analizatora wraz z obudową wynosiła 3,1 kg. Po raz pierwszy polska aparatura uczestniczyła w dużym programie międzynarodowym, a uzyskane wyniki uznano za zadowalające.

W latach **1980—1985** zbudowano aparaturę Telegwiazda, służącą do orientacji sztucznych satelitów względem gwiazd. Aparatura przeznaczona jest dla radziecko-francuskiego doświadczenia kosmicznego Gamma (grudzień 1987 r.), poświęconego badaniom źródeł promieniowania gamma we wszechświecie.

1986-1988. Od 1986 r. trwają przygotowania nowej aparatury i programu badań związanych z wyprawą radzieckich próbników w stronę Marsa, a dokładniej do satelity tej planety Phobosa. W wyprawie tej uczestniczyć będą polskie analizatory fal plazmowych APWF pracujące w zakresie od ułamków herców do ok. 30 Hz. Operacja Phobos rozpocznie się w połowie 1988 r., a spodziewane dotarcie sondy w rejon Phobosa po ok. 200 dniach lotu.

Kosmodromy

Jacek Nowicki

Krzysztof Zięcina

Wyraz kosmodrom pochodzi od dwóch greckich słów: kosmos i dromos — bieg, miejsce do biegu. Kosmodrom zatem to takie miejsce, w którym rozpoczynają swój bieg wszystkie obiekty kosmiczne. Podstawowym kryterium lokalizacji kosmodromów jest konieczność zapewnienia bezpieczeństwa: wyrzutnie muszą być usytuowane tak, aby skutki eksplozji rakiety na ziemi lub we wczesnej fazie lotu nie groziły terenom zamieszkanym. Dotyczy to również obszarów, na które spadają opróżnione z materiałów pędnych pierwsze stopnie rakiet. Warunki te spełniają tereny położone nad brzegami oceanów i na bezludnych obszarach pustyń i stepów.



Stanowisko startowe rakiet Sojuz na kosmodromie Bajkonur

Obiekty wprowadzane na orbity o niewielkim nachyleniu w stosunku do płaszczyzny równika startują w kierunku wschodnim, tak aby prędkość rakiety sumowała się z prędkością ruchu obrotowego Ziemi. Jako przykład można tu podać choćby amerykański Cape Canaveral (starty w kierunku Atlantyku) lub radziecki Bajkonur (starty w kierunku nie zamieszkanych terenów Syberii, a dalej nad Pacyfik).

Korzystne jest również sytuowanie miejsc startu jak najbliżej równika. Wtedy na rakietę działa najmniejsze przyspieszenie ziemskie, zmniejszone przez siłę odśrodkową pochodzącą od ruchu wirowego planety. Dobrym przykładem jest kosmodrom Kourou w Gujanie Francuskiej, z którego wysyłane są rakiety Ariane należące do Europejskiej Agencji Kosmicznej ESA, położony zaledwie na 5°18' szerokości geograficznej północnej. Tę własność mechaniki ruchu globu ziemskiego wykorzystali również Włosi umieszczając swój kosmodrom w odległości 5 km od wybrzeży Kenii na dwóch pływających platformach San Marco i Santa Rita. Większa platforma — San Marco — używana jest jako stanowisko startowe amerykańskich rakiet Scout. Przed startem osadza się ją na stalowych słupach na dnie morskim, a odległa o 500 m platforma Santa Rita służy jako ośrodek kontroli i sterowania.

Niebagatelnym problemem jest transport gotowych stopni ogromnych wehikułów startowych z hal montażowych na kosmodrom. Na przykład pierwszy stopień S-IC amerykańskiej rakiety nośnej Saturn 5, która wyniosła załogowe statki Apollo na Księżyc, podobnie zresztą jak obecnie zbiornik zewnętrzny samolotu kosmicznego ET (External Tank), transportowano z wytwórni w Michoud w pobliżu Nowego Orleanu na Cape Canaveral na morskich barkach. W ten sam sposób, choć na znacznie dłuższej trasie, transportowano drugie stopnie Saturnów 5 o oznaczeniu S-II z zakładów North American Rockwell w Seal Beach w Kalifornii przez Kanał Panamski. Najmniejsze, trzecie stopnie S-IVB, przewożono samolotami transportowymi Super Guppy o monstrualnie pogrubionych kadłubach. Elementy rakiet kosmicznych często transportuje się koleją. Wiadomo że z tego rodzaju transportu często korzysta się przy przewozie radzieckich wehikułów startowych, a Amerykanie stosują platformy kolejowe przy przewozie segmentów rakiet wspomagających samolotu kosmicznego SRB (Solid Rocket Booster).

Stosunkowo niewielkie rakiety, przetransportowane w całości z wytwórni, na kosmodromie trafiają na wyrzutnię i tu podnoszone są do pozycji pionowej. Operacja staje się bardziej skomplikowana w wypadku bardzo dużych rakiet nośnych bądź samolotów kosmicznych. Amerykanie preferują montaż takich obiektów w pozycji pionowej. Na Przylądku Canaveral w latach sześćdziesiątych zbudowano ogromną halę VAB (Vehicle Assembly Building), w której możliwy był jednoczesny montaż czterech rakiet Saturn 5. W latach siedemdziesiątych VAB przystosowano do programu Space Shuttle. Odbywa się tu składanie rakiet wspomagających SRB (w niższej części budynku), zestawianie poszczególnych elementów do konfiguracji startowej (silniki SRB, zbiornik ET, uskrzydlony orbiter) i umieszczanie ich na przewoźnej platformie startowej MLP (Mobile Launcher Platform). Na radzieckim kosmodromie Bajkonur rakiety montowane są w pozycji poziomej. Rozwiązanie takie pozwala na zmniejszenie wysokości hal montażowych.

O tym, jak wielkie są budowle wznoszone na potrzeby astronautyki niech świadczy fakt, że w otwartych wrotach hali VAB mógłby swobodnie zmieścić się nowojorski gmach ONZ. Wnętrza hal montażowych są klimatyzowane.

Pionowy lub poziomy sposób montażu rakiet determinuje metodę ich przewozu na stanowisko startowe. Do transportu Saturnów 5, a obecnie samolotów kosmicznych Space Shuttle Amerykanie zbudowali dwie potężne platformy CT (Crawel Transporter) wyposażone w podwozia gąsienicowe, żywo przypominające podwozia koparek-gigantów stosowanych w kopalniach odkrywkowych. Transporter napędzają dwa silniki wysokoprężne o mocy 2050 kW, poruszające cztery generatory elektryczne o mocy 1000 kW, które z kolei zasilają 16 silników trakcyjnych. Transporter wjeżdża pod platformę z ustawionym na niej pionowo wehikułem startowym, po czym platforma jest opuszczana. Na Przylądku Canaveral hala VAB połączona jest ze stanowiskami startowymi 39A i 39B drogą dla transporterów CT wykonaną z trzech warstw kruszywa, z których wierzchnia usypana jest ze żwiru rzecznego. Droga ma szerokość 40 m, a transporter jedzie po niej z prędkością kilku kilometrów na godzinę.

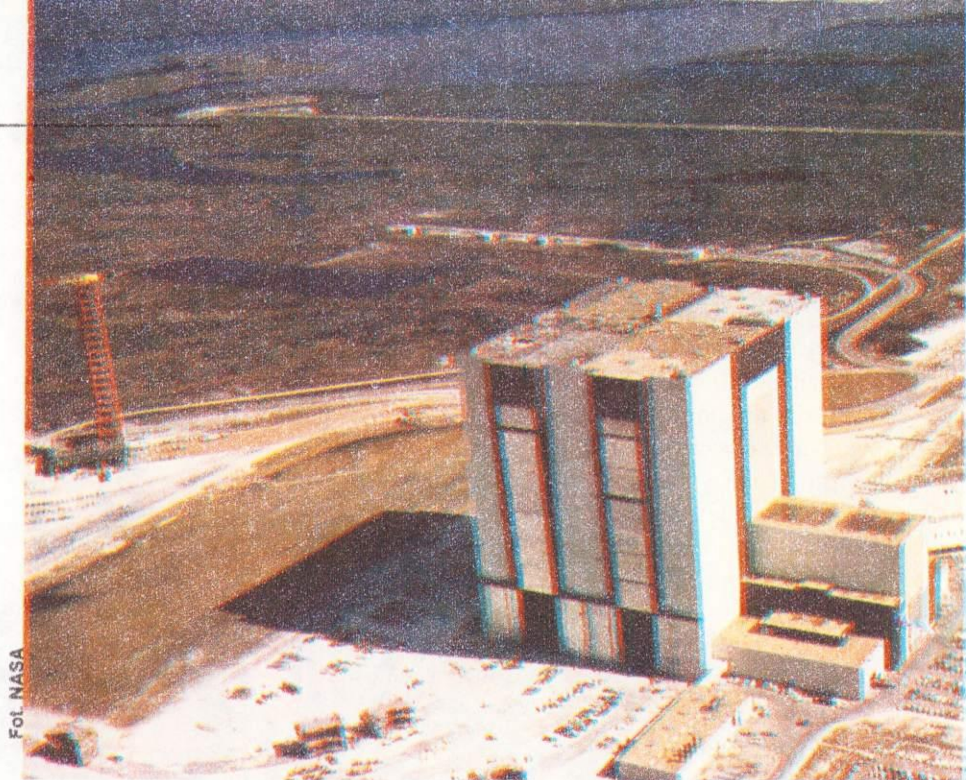
Poziomy transport rakiet na radzieckim Bajkonurze odbywa się na wieloosiowych platformach kolejowych ciągnionych przez lokomotywy. Wadą poziomego montażu i transportu jest konieczność stosowania specjalnych urządzeń podnośnikowych do ustawiania rakiety w pozycji pionowej.

Każdy kosmodrom wyposażony jest w wytwórnie i składy materiałów pędnych dla rakiet oraz instalacje rurociągowe umożliwiające dostarczenie ich na stanowisko startowe. Szczególnie kłopotliwe jest przetłaczanie ma-

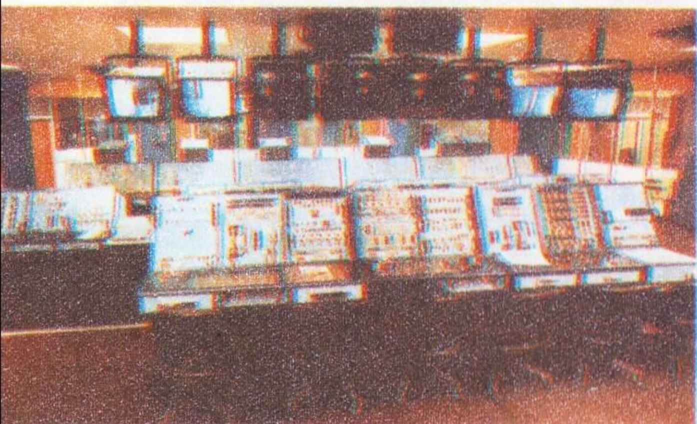
teriałów kriogenicznych: ciekłego tlenu i ciekłego wodoru, wymagające utrzymania szczelności i niskiej temperatury instalacji. Nieco mniej kłopotów sprawia nafta i alkohol, ale już erozyna, hydrazyna i czterochlorek azotu (paliwa hipergoliczne), ze względu na swą toksyczność wymagają użycia przez obsługę hermetycznych skafandrów.

Gdy rakieta lub samolot kosmiczny znajdą się na wyrzutni, podstawowym zadaniem jest przeprowadzenie szczegółowych testów przedstartowych. Dostęp do stojącego pionowo wehikułu startowego zapewniają charakterystyczne, kratownicowe wieże obsługowe. Na przykład na wyrzutniach 39A i 39B, służących samolotom kosmicznym, znajdują się dwie konstrukcje: stała FSS (Fixed Service Structure) i obrotowa struktura obsługowa RSS (Rotating Service Structure). Pierwsza z nich to skrócona wieża obsługowa rakiety Saturn 5. Łączy się ona ze stojącym na wyrzutni samolotem kosmicznym za pomocą trzech obrotowych ramion. Dwa z nich służą do napełniania zbiornika ET ciekłym tlenem i ciekłym wodorem, trzecie zaś służy jako pomost do przejścia do wnętrza kabiny załogowej. Na szczycie wieży zainstalowane są obrotowy dźwig i maszt odgromnika. Obrotowa struktura obsługowa RSS zapewnia dostęp do orbitera samolotu kosmicznego, a zwłaszcza do jego ładowni.

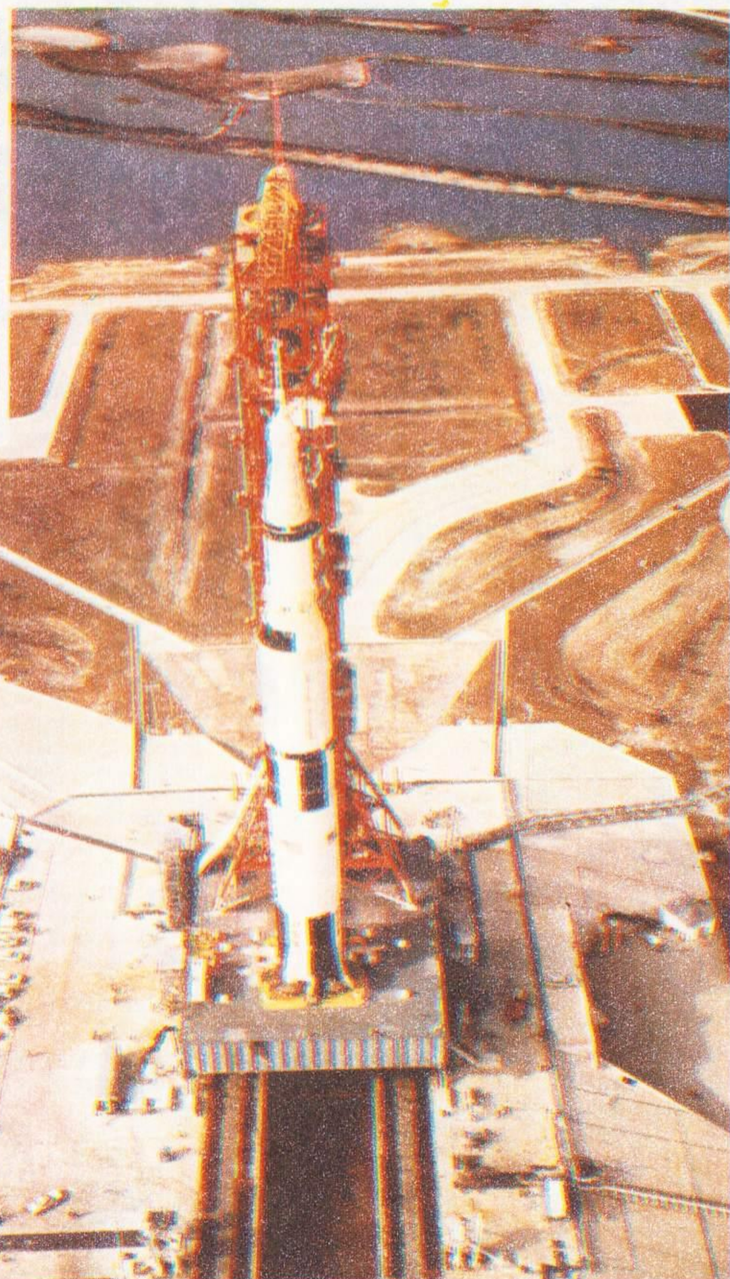
Przed startem struktura FSS odsuwana jest od pojazdu przez obrócenie o 120° wokół osi znajdującej się w pobliżu wieży FSS. Samolot kosmiczny spoczywa na wyrzutni przymocowany do platformy MLP, na której przybył z hali montażowej VAB. Dysze rakiet SRB i dysze silników głównych orbitera znajdują się nad otworami w platformie. Powstające podczas startu morze płomieni i strumienie gorących gazów wylatujących z silników są rozbijane przez tzw. deflektory płomieni. Są to stalowe konstrukcje o kształcie odwróconej litery V, pokryte materiałem ablacyjnym, kierujące rozgrzane spaliny do układu kanałów wewnątrz betonowej podstawy stanowiska startowego. Bezpośrednio przed startem uruchamiany jest system spryskiwania wodą, zapobiegający uszkodzeniom orbitera i jego ładunku przez falę dźwiękową powstałą w chwili uruchomienia silników i odbitą przez platformę startową. System składa się z 16 dysz o średnicy 2,1 m każda i zbiornika umieszczonego na wieży wysokości 80 m znajdującej się w pewnej odległości od wyrzutni. Szczytowy przepływ w tej instalacji (9 s po oderwa-


Fot. NASA

Monstrualna hala montażowa VAB na Przylądku Canaveral


Fot. C. S. E. E.

Główna sala ośrodka kierowania startem rakiet Ariane na kosmodromie Kourou



Stanowisko startowe 39 na Przylądku Canaveral z rakietą nośną Saturn 5



niu się pojazdu od wyrzutni wynosi 3 406 500 dm³/min.

Stosowane są również inne rozwiązania układu wyrzutni rakietowej. Na przykład standardowe radzieckie rakiety nośne startują z betonowego „stołu" znajdującego się nad głębokim wykopem. Zamiast typowej wieży obsługowej stosuje się zespół kratownic obejmujących rakietę ze wszystkich stron, podobnie do płatków kwiatu. Interesująco przedstawia się nowa wyrzutnia samolotów kosmicznych w bazie Vandenberg w Kalifornii: odgrywa ona również rolę hali montażowej. Niecodziennie rozwiązana jest wyrzutnia radzieckich rakiet Proton na Bajkonurze, gdyż przed startem dolna część rakiety wpuszczana jest w głąb płyty stanowiska startowego.

Mózgiem każdego kosmodromu jest centrum kierowania startem. W ostatnich latach ośrodki te stają się coraz bardziej zautomatyzowane i skomputeryzowane. Na przykład w latach sześćdziesiątych do przetestowania przed startem rakiety Saturn 5 zatrudniono aż 450 inżynierów. Centrum kontroli startu zajmowało ogromną halę pełną pulpitów z monitorami ekranowymi. Przy startach współczesnych samolotów kosmicznych podobną pracę wykonuje zaledwie 45 operatorów korzystających z dwóch komputerów Honeywell 6680 kontrolujących 122 systemy i podsystemy pojazdu kosmicznego.

I tak dochodzimy do końca wędrówki po współczesnym kosmodromie. Oto wehikuł startowy wyłania się z chmury dymu i ciągnąc za sobą warkocz płomieni wznosi się w niebo. Jego lot kontrolują znajdujące się na kosmodromie stacje radarowe. Podczas każdego startu załogowego czy bezzałogowego palec oficera bezpieczeństwa spoczywa na „czerwonym guziku" zdalnego układu samozniszczenia rakiety. Gdyby rakieta straciła stabilność i groziłby jej upadek na tereny zamieszkane, do rozmieszczonych wzdłuż kadłuba ładunków wybuchowych popłynąłby impuls elektryczny, rakieta zostałaby rozerwana, a jej paliwo spalone w powietrzu. Na ogół jednak lot przebiega normalnie i już po chwili pojazd zamienia się w niewielką jasną plamkę na niebie, potem znika zupełnie, a po kilku minutach nadchodzi meldunek o pomyślnym osiągnięciu orbity okołoziemskiej.

Jacek Nowicki
Krzysztof Zięcina

STANY ZJEDNOCZONE

Cape Canaveral największy kosmodrom cywilny (NASA) i wojskowy w USA położony na atlantyckim wybrzeżu Florydy. 8 lipca 1947 r. założono tu wojskowy poligon rakietowy, a 24 lipca 1950 r. wystrzelono stąd pierwszą rakietę: poniemiecki pocisk rakietowy V-2 (A-4) z dołączonym drugim stopniem WAC Corporal. Na kosmodromie znajdują się liczne wyrzutnie rakiet Atlas, Titan i Delta (część z nich już nie używana). Kompleks startowy LC 39, zbudowany dla programu Apollo na początku lat sześćdziesiątych, obecnie wykorzystywany jest przez samoloty kosmiczne Space Shuttle. Dodatkowo zbudowano w latach siedemdziesiątych pas do lądowania samolotów kosmicznych.

Vandenberg AFB znajduje się w Kalifornii (35°N 120,5°W). W przeciwieństwie do Cape Canaveral kosmodrom ten może być używany do startów na orbity biegunowe. Wykonuje się tu liczne próby rakiet balistycznych. Pierwszy sztuczny satelita (Discoverer-1) wystartował stąd 28 lutego 1958 r. W Vandenberg zbudowano łącznie 55 wyrzutni, z których czynnych jest zaledwie kilka. Przygotowywane jest tu nowe stanowisko startowe dla samolotów kosmicznych.

Wallops Flight Center położony jest na wyspie Wallops, 65 km na południowy wschód od Salisbury w stanie Maryland. Prowadzi się stąd straty niewielkich rakiet Scout.

White Sands Missile Range jest wojskowym poligonem rakietowym. Począwszy od 1945 r. prowadzono tu próby z poniemieckimi rakietami V-2. Później wykonywano doświadczenia dla programu Gemini i przeprowadzono 1037 startów rakiet Aerobee.

ZWIĄZEK RADZIECKI

Bajkonur to najważniejszy kosmodrom ZSRR położony na stepach Kazachstanu (46°N, 63,5°E). Budowę kosmodromu rozpoczęto w 1955 r., a 4 października 1957 r. wystartował stąd pierwszy Sputnik. Znajdują się tu wyrzutnie standardowych radzieckich rakiet nośnych, będących wciąż udoskonaloną wersją tej samej rakiety, która w 1957 r. wyniosła Sputnika, a także dużych rakiet Proton. W związku z próbami rakiety nośnej Energia o dużym udźwigu oraz radzieckiego wahadłowca na Bajkonurze zbudowano nowe wyrzutnie i budynki montażowe o kubaturze porównywalnej z halą VAB na Cape Canaveral.

Plesieck położony na południe od Archangielska (63°N 40,5°E) spełnia w radzieckim programie kosmicznym taką samą funkcję, jak w USA kosmodrom Vandenberg, tzn. służy do wynoszenia obiektów na orbity biegunowe. Począwszy od 1960 r. startowały stąd satelity Mołnia, Meteor i Kosmos.

Kapustin Jar nad brzegiem Morza Kaspijskiego jest najstarszym radzieckim kosmodromem. Już w 1947 r. wykonano tu próbne starty zdobycznych rakiet V-2. Obecnie znajdują się tu liczne stanowiska startowe rakiet satelitarnych i geofizycznych.

FRANCJA

Kourou w Gujanie Francuskiej zbudowano w latach sześćdziesiątych. Początkowo prowadzono tu próby rakiet Diament i Europa-2, ale przez dłuższy czas możliwości kosmodromu nie były w pełni wykorzystane. Sytuacja zmieniła się od 1979 r., gdy rozpoczęto intensywny program lotów zachodnioeuropejskiej rakiety Ariane.

WŁOCHY

San Marco — kosmodrom na pływającej platformie u wybrzeży Kenii. Ze wszystkich poligonów rakietowych ten leży najbliżej równika, bo zaledwie na 2,9° szerokości południowej. Pierwszy start z San Marco odbył się 26 kwietnia 1967 r.

JAPONIA

Kagoshima-Uchinoura na wybrzeżu Pacyfiku, na wyspie Kiusiu (31°N 131°E) używany jest od 1963 r. do startów rakiet serii Kappa, Lambda i Mi.

Tanegashima na wyspie o tej samej nazwie w archipelagu Osumi (30,5°N 131°E) jest kosmodromem zbudowanym w 1974 r. przez japońską agencję astronautyczną NASDA (National Space Development Agency). Mieści się tu wyrzutnia rakiet typu N.

CHINY

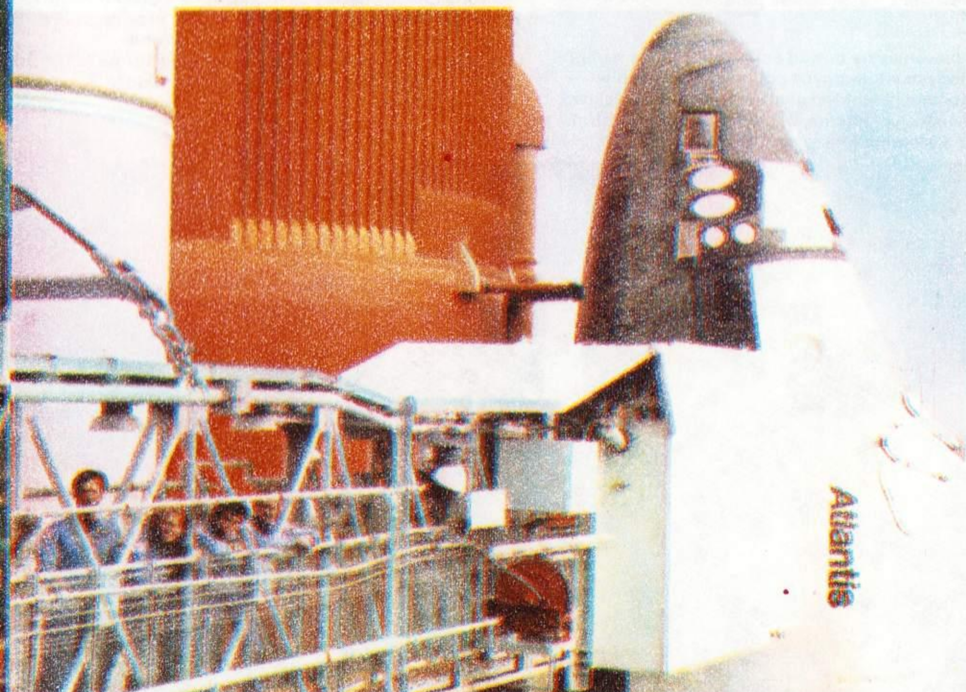
Szang czeng cu (40,25°N 99,5°E) powstał w latach sześćdziesiątych, a począwszy od 1970 r. wystartowało stąd 13 chińskich sztucznych satelitów.

Czengdu jest najnowszym chińskim kosmodromem, którego budowę ukończono w 1984 r. Leży on w pobliżu Himalajów na 28° szerokości północnej.

INDIE

Shar-Sriharikota leży nad Zatoką Bengalską ok. 100 km na północ od Madrasu. Budowę kosmodromu rozpoczęto w 1971 r., a 18 lipca 1980 r. wystartował stąd pierwszy indyjski satelita wyniesiony indyjską rakietą nośną SLV-3.

Pomost wieży obsługowej, po którym astronauci dostają się, przez tzw. biały pokój, do kabiny samolotu kosmicznego. Pomarańczowa bryła w głębi to zbiornik zewnętrzny ET wahadłowca. W lewo od niego — jedna z pomalowanych na biało rakiet wspomagających SRB



Gdzie zaczyna się przestrzeń międzyplanetarna? Zgodnie z definicją Międzynarodowej Federacji Lotniczej — już na wysokości 100 km nad powierzchnią Ziemi. Jednakże jeśli nie chcemy, by w obrębie tej przestrzeni znalazły się górne warstwy ziemskiej atmosfery — granicę jej wypada odsunąć na odległość kilkuset kilometrów od powierzchni naszej planety. Są też i tacy, którzy za przestrzeń międzyplanetarną uważają obszary położone poza orbitą Księżyca lub poza obrębem magnetosfery Ziemi, a więc w odległościach mierzonych setkami tysięcy i milionami kilometrów. Podobnych kłopotów przysparza rozgraniczenie przestrzeni międzyplanetarnej i międzygwiazdowej, a więc lokalizacja granicy Układu Słonecznego. Wszelkie niejednoznaczności znikną, gdy skoncentrujemy się na metodach badania przestrzeni międzyplanetarnej. Uznamy wtedy niewątpliwie, iż należy do niej zaliczyć te obszary kosmosu, które poznajemy dzięki przyrządom umieszczonym na orbitach.

Przestrzeń kosmiczna

Michał Różyczka

Już od dawna wiedziano że nie cała znajdująca się w Układzie Słonecznym materia jest skupiona w planetach i ich księżycach. Komety, meteory i światło zodiakalne nie pozostawiały co do tego żadnych wątpliwości. Obserwacje światła zodiakalnego sugerowały przy tym, iż skoncentrowane w pobliżu płaszczyzny ekliptyki gazy i pyły wypełniają znaczną część przestrzeni międzyplanetarnej oraz że istnieją ścisłe związki stanu Słońca ze stanem znajdującej się w Układzie Słonecznym materii rozproszonej.

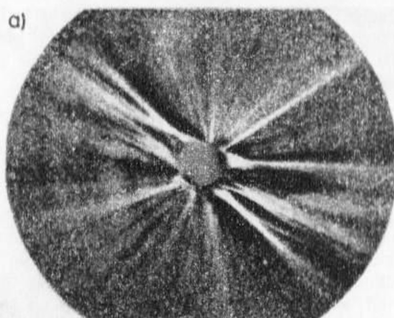
Z kolei obserwacje struktury korony słonecznej sugerowały istnienie pól magnetycznych rozprzestrzeniających się daleko od Słońca oraz korelację między rozbłyskami słonecznymi a burzami geomagnetycznymi i intensywnością zórz polarnych. W 1931 r. C. Chapman i U. Ferraro wysunęli hipotezę, iż okresowo emitowane strumienie „korpuskularnego promieniowania słonecznego" przedostają się aż w pobliże Ziemi i deformują jej pole magnetyczne. Powszechnie uważano jednak, że przestrzeń międzyplanetarna jest w zasadzie statyczna i że znajdująca się w niej materia rozproszona okrąża Słońce po dobrze określonych orbitach.

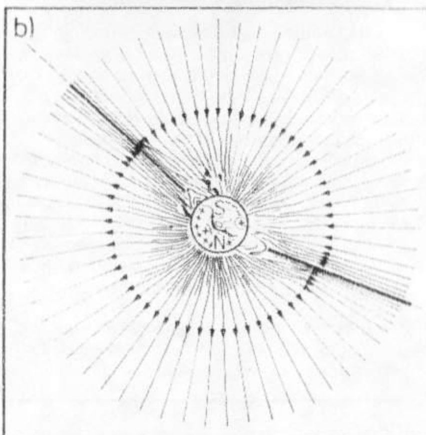
Dopiero w 1951 r. pewne zjawiska zaobserwowane w ogonach komet doprowadziły L. Biermanna do wniosku, że ze Słońca wypływa nie okresowy, lecz ciągły strumień naładowanych cząstek i niczym wiatr przenika cały Układ Słoneczny. Teoria wiatru słonecznego doczekała się pierwszego ścisłego opracowania w 1958 r., a więc u progu ery kosmicznej. Jej autorem był E. Parker, który odkrył, iż zewnętrzne warstwy korony słonecznej nie mogą być utrzymywane w równowadze przez przyciąganie grawitacyjne Słońca i muszą nieustannie odpływać z dużą prędkością w przestrzeń międzyplanetarną. Teoria ta, potwierdzona w latach 1959-1961 dzięki próbnikom kosmicznym, pozostaje aktualna.

Obraz przestrzeni międzyplanetarnej ukształtowany w dobie poprzedzającej jej bezpośrednie badania zawierał więc dwie zasadnicze składowe: hipotetyczny wiatr słoneczny i pyły dające światło zodiakalne. Dopełniały go generowane na Słońcu pola magnetyczne i badane począwszy od połowy lat czterdziestych promienie kosmiczne, czyli wysokoenergetyczne cząstki naładowane pochodzenia zarówno słonecznego, jak i galaktycznego.

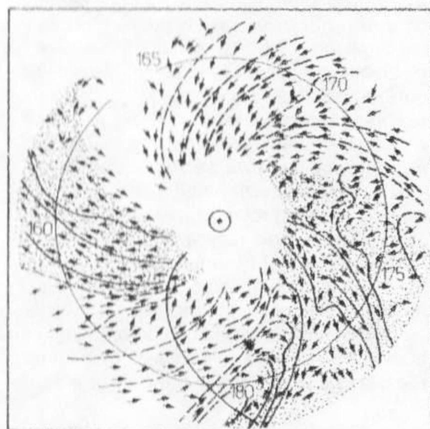
W ciągu ostatnich 30 lat obraz ten nie uległ większym zmianom. Wiatr słoneczny przeniósł się wprawdzie ze strefy hipotetycznej do świata zupełnie realnego, ale lista głównych składników środowiska międzyplanetarnego nie wydłużyła się ani o jedną pozycję. Za to dzięki setkom sztucznych satelitów i dziesiątkom próbników międzyplanetarnych wręcz niewyobrażalnie powiększyła się ilość informacji szczegółowych dotyczących najróżniejszych zjawisk i procesów zachodzących w przestrzeni międzyplanetarnej. Poniższy opis jest więc z konieczności niezwykle syntetyczny.

Składowa gazowa środowiska międzyplanetarnego jest zdominowana przez wiatr słoneczny — mieszaninę jonów (głównie protonów oraz cząstek α) i elektronów, których temperatura sięga 100 000 K. Wiatr słoneczny dociera do obszarów odległych o co najmniej 30 j.a. (4,5 mld km) od Słońca (w takiej odległości został jeszcze zaobserwowany



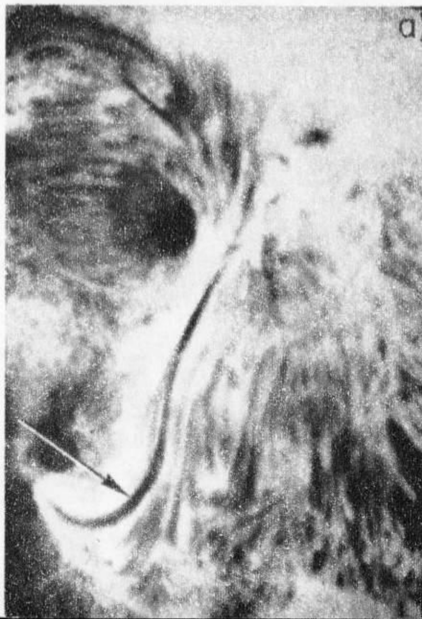


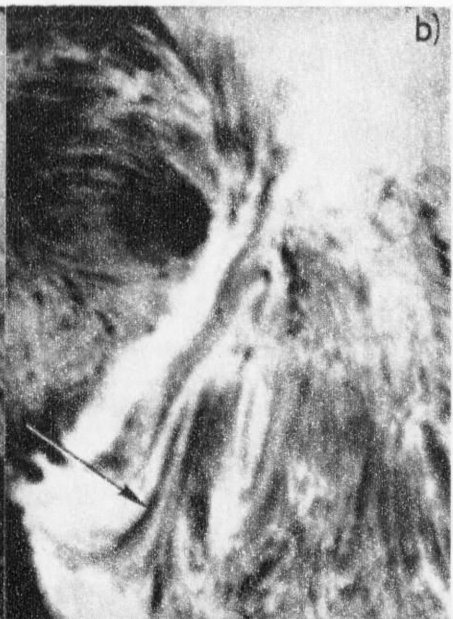
Międzyplanetarne pole magnetyczne (obszary wewnętrzne): a) korona słoneczna, b) wydedukowana z niej struktura pola

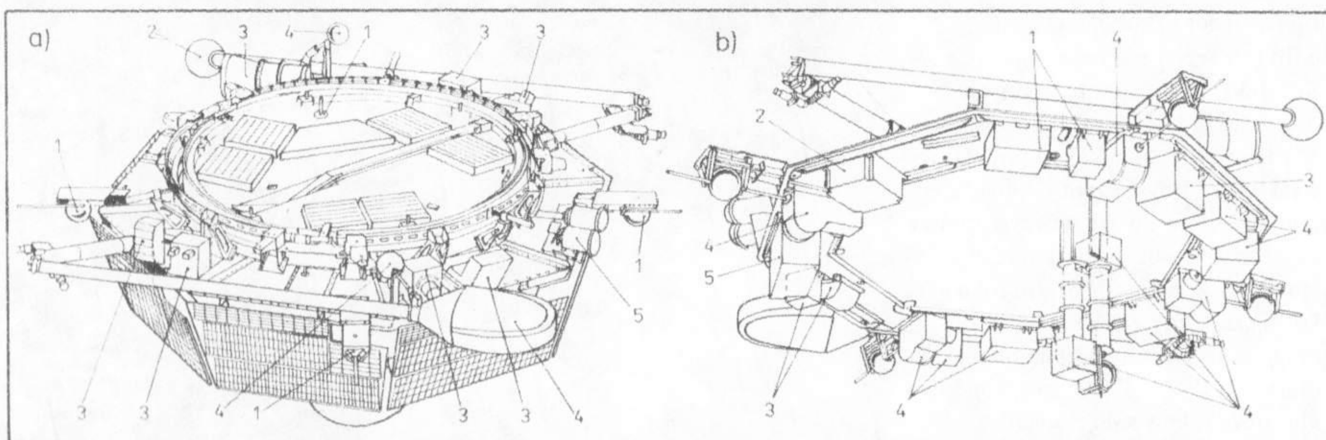


Międzyplanetarne pole magnetyczne (obszary zewnętrzne). W środku Słońce; okrąg z liczbami — orbita Ziemi; obszary zakropkowane — sektory z polem określonym dodatnio. Liczby przy orbicie Ziemi oznaczają kolejne dni roku. Ponieważ sektory i linie sił obracają się, w dniu 197 na prostej łączącej Ziemię ze Słońcem pole układa się w przybliżeniu tak samo, jak w dniu 160

Obserwacyjny dowód anihilacji lokalnie wzmocnionych słonecznych pól magnetycznych w momencie rozbłysku: a) stan przed rozbłyskiem, struktura regularna, b) stan po rozbłysku, struktura nieregularna







Wyposażenie naukowe szwedzkiego satelity Viking przeznaczonego do badania ziemskiej magnetosfery. Na stan tego rejonu przestrzeni międzyplanetarnej silnie oddziałuje Słońce: a) kompletny satelita ze złożonymi wysięgnikami urządzeń pomiarowych i antenami, b) widziana od dołu sama płyta montażowa instrumentów naukowych. Cyfry oznaczają wyposażenie do pomiarów: *1* — wektora pola elektrycznego, *2* — wektora pola magnetycznego, *3* — strumienia cząstek naładowanych, *4* — fal elektromagnetycznych i zaburzeń statycznego pola elektrycznego, *5* — promieniowania ultrafioletowego (w celu uzyskiwania obrazów zorzy polarnej)

przez Pioniera 10). Z rozważań teoretycznych wynika, iż granica wymiecionego przez wiatr słoneczny obszaru (tzw. heliosfery) leży nie bliżej niż ok. 100 j.a. od Słońca. Średnia gęstość wiatru maleje odwrotnie proporcjonalnie do kwadratu odległości heliocentrycznej i w pobliżu orbity Ziemi waha się od kilku do kilkuset cząstek/cm. Ponieważ średnia prędkość wiatru wynosi ok. 500 km/s, oznacza to, że w każdej sekundzie masa Słońca maleje o dziesiątki milionów ton (zaniepokojonych tym faktem zachęcam do sprawdzenia, że zmniejszy się ona o 1% dopiero po 10 mld lat).

Przepływ wiatru słonecznego zależy ściśle od natężenia i konfiguracji — biorącego swój początek również na Słońcu — międzyplanetarnego pola magnetycznego. Przy powierzchni Słońca natężenie wielkoskalowego (tj. nie związanego z plamami) pola magnetycznego wynosi ok. 10 T. Wymusza więc na cząstkach wiatru słonecznego ruch obrotowy wokół osi Słońca z prędkością kątową równą prędkości kątowej samego Słońca.

W odległości 10 promieni słonecznych (ok. 7 mln km) od powierzchni Słońca sytuacja ulega zmianie i prędkość kątowa strug wiatru zaczyna maleć. Wiatr „spóźnia się" względem Słońca w swym ruchu obrotowym: po zrzutowaniu torów jego cząstek na płaszczyznę ekliptyki zaobserwujemy, iż odchylają się one stopniowo od kierunku radialnego. W pobliżu orbity Ziemi odchylenie to wynosi już ok 45°, zaś w pobliżu orbity Saturna — niemal 90°. W zewnętrznych obszarach Układu Słonecznego wiatr słoneczny porusza się więc po bardzo ciasno nawiniętej spirali, których zwoje są zbliżone do kół.

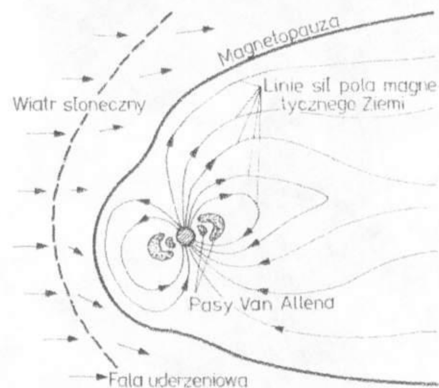
Wysokie przewodnictwo elektryczne wiatru słonecznego oraz olbrzymia rozpiętość międzyplanetarnego pola magnetycznego powodują, że wiatr i pole są ze sobą nierozłącznie związane (tzw. zjawisko wmrożenia linii sił pola w plazmę wiatrową). Natężenie pola maleje w przybliżeniu z kwadratem odległości od Słońca. Podczas gdy w pobliżu Słońca stosunkowo silne pole wymusza sztywną rotację wiatru, w dużych odległościach heliocentrycznych wiatr „wlecze" znacznie osłabione pole i nadaje jego liniom kształt spiralny.

Powyższy obraz jest oczywiście bardzo uproszczony. Zarówno gęstość, jak i prędkość wiatru słonecznego oraz natężenie i kierunek pola magnetycznego ulegają nieustannym zmianom. W wyniku tego w wietrze słonecznym pojawiają się fale uderzeniowe, a spiralna struktura pola okresowo zanika. Zachodzi to szczególnie często w okresach wzmożonej aktywności Słońca. W okresach obniżonej aktywności, gdy pola słoneczne są bardziej regularne, w zjawiskach magnetycznych w przestrzeni międzyplanetarnej daje się wyraźnie zauważyć okresowość związana z ruchem obrotowym Słońca: pole międzyplanetarne przybiera mniej lub bardziej wyraźną strukturę sektorową.

Oprócz stosunkowo powolnego wiatru Słońce wysyła cząstki naładowane o prędkościach relatywistycznych, znane powszechnie jako składowe słoneczne promieniowania kosmicznego. Właściwym ich źródłem są tzw. rozbłyski, podczas których w ciągu kilku minut na niewielkim obszarze powierzchni Słońca zostaje wyzwolona energia rzędu 10 J (na energię kinetyczną cząstek przypada ok. 10% tej wartości). Najsilniejsze rozbłyski emitują tak intensywne promieniowanie, że liczba docierających w pobliże Ziemi protonów wzrasta tysiąckrotnie. Energia rozbłysków pochodzi najprawdopodobniej z anihilacji lokalnych pól magnetycznych o natężeniach rzędu 0,01 T (Mechanizm wzmacniania pola i jego anihilacji nie został jeszcze całkowicie poznany i za słusznością hipotezy o anihilacji przemawiają przede wszystkim obserwacje niektórych rozbłysków).

Przed szkodliwym dla organizmów żywych wpływem rozbłysków chroni Ziemię jej własne pole magnetyczne, którego oddziaływanie z wiatrem słonecznym, promieniowaniem kosmicznym i magnetycznym polem międzyplanetarnym stanowi odrębny i najlepiej poznany dział fizyki ośrodka międzyplanetarnego. Gdy wiatr słoneczny napotyka pole planety, linie sił tego ostatniego zostają po stronie nawietrznej ściśnięte, zaś po stronie zawietrznej — wyciągnięte w długi ogon. Przepływ wiatru ulega zaburzeniu, przy czym obszary zaburzony i niezaburzony są od siebie oddzielone falą uderzeniową. Pole magnetyczne planety i pole międzyplanetarne dzieli natomiast tzw. magnetopauza. Zawarty w niej obszar nosi nazwę magnetosfery i w wypadku Ziemi rozciąga się (po stronie nawietrznej) na dystansie ok. 10 promieni planetarnych, czyli 60 000 km. W wypadku Jowisza, którego pole magnetyczne jest kilkadziesiąt razy silniejsze, dystans ten wzrasta do 50...100 promieni planetarnych (3...6 mld km). Rozpiętość magnetosfery po zawietrznej stronie planety jest mniej więcej stukrotnie większa. Magnetosfery występują u wszystkich zbadanych dotychczas planet; nawet u tych, które praktycznie nie mają własnych pól magnetycznych. Rolę owych pól odgrywają w takich wypadkach indukowane przez wiatr słoneczny prądy jonosferyczne.

We wnętrzach magnetosfer planet obdarzonych silnym polem magnetycznym wykryto obszary wzmożonej koncentracji cząstek wysokoenergetycznych — tzw. pasy radiacyjne. W wypadku Ziemi są to odkryte w 1958 r. pasy Van Allena. Zewnętrzny z nich zawiera cząsteczki wiatru słonecznego, które przenikają w głąb magnetosfery przez tzw. lejki biegunowe. W pewnych warunkach cząstki te pobudzają górne warstwy atmosfery do świecenia obserwowanego w dużych szerokościach geograficznych jako zorze polarne. Pas wewnętrzny zawiera głównie protony pochodzące z rozpadu atomów atmosferycznych, jakie zderzają się z cząsteczkami promieniowania kosmicznego.



Oddziaływanie wiatru słonecznego z magnetosferą Ziemi

W porównaniu ze znajdującą się w nieustannym ruchu i podlegającą gwałtownym zmianom składową gazową środowiska międzyplanetarnego jego składowa pyłowa sprawia wrażenie niemal stacjonarnej. Rozkład pyłów powodujących światło zodiakalne jest osiowo symetryczny i w ciągu cyklu słonecznego ulega jedynie nieznacznym zmianom. W płaszczyźnie ekliptyki gęstość pyłów (ich liczba w jednostce objętości) jest odwrotnie proporcjonalna do odległości heliocentrycznej w potędze 1,3. W pobliżu orbity Ziemi średnia odległość między pyłkami o rozmiarach rzędu 0,1 mm wynosi kilka kilometrów, a średnia odległość między pyłkami tysiąckrotnie mniejszymi — ok. 1 m. Głównym, jeśli nie jedynym źródłem pyłu w przestrzeni międzyplanetarnej są komety.

Ciekawe problemy wiążą się ze składem chemicznym pyłu międzyplanetarnego i z oddziaływaniami między jego poszczególnymi ziarnami. Na ich omówienie nie starcza już miejsca, ale trzeba wspomnieć, iż oddziaływania międzyziarnowe mogły w przeszłości doprowadzić do powstania planet. Niewykluczone, że skomplikowane związki chemiczne znajdujące się w niektórych ziarnach stały się miliardy lat temu zaczynem życia na Ziemi. *HT*

Pierwszy lot człowieka w kosmos odbył się trzy i pół roku po starcie Sputnika 1. W ciągu następnych ośmiu lat ludzie dotarli na Księżyc. Wydawało się, że wkrótce powstanie stała baza na Srebrnym Globie, a potem dojdzie do załogowej wyprawy na Marsa. Realia gospodarcze sprawiły, że w trzydziestym roku ery kosmicznej loty z udziałem ludzi ograniczają się znów do najbliższego otoczenia Ziemi. Cały czas jednak kluczową rolę w załogowych wyprawach pozaziemskich odgrywają — i odgrywać będą — stacje kosmiczne.

Fot. Sowietskij Sojuz

Do montażu i obsługi stałej stacji kosmicznej mają być wykorzystywane wahadłowce, a do przemieszczania ładunków w jej obrębie — astronauci wyposażeni w plecaki odrzutowe i manipulatory sterowane z pomieszczeń mieszkalnych



Fot. NASA

Kosmiczne wyspy

Jerzy Wierzbowski

Są to stosunkowo duże i masywne obiekty zdolne do samodzielnego, długotrwałego lotu w przestrzeni kosmicznej. Dysponują różnorodnymi urządzeniami i systemami technicznymi: napędowymi, nawigacyjnymi, łącznościowymi, termoregulacyjnymi, zasilania energią elektryczną, cumowniczymi itd. Służą zaś — w odróżnieniu od statków kosmicznych, które pełnią przede wszystkim funkcje transportowe — do realizacji złożonych operacji o charakterze naukowym, technicznym bądź użytkowym.

Stacje orbitalne — radzieckie typu Salut i amerykańska Skylab — stały się składnikiem załogowych programów kosmicznych w pierwszej połowie lat siedemdziesiątych. Skylab stanowił pokłosie księżycowego programu Apollo. Początkowo przewidywano, że korzystając ze sprzętu technicznego opracowanego dla wypraw na Księżyc zbuduje się szereg stacji kosmicznych, a ich eksploatacja — poza doraźnymi korzyściami — doprowadzi do stopniowego powrotu ludzi na Księżyc, w celu zbudowania na jego powierzchni bazy załogowej. Ambitny plan, określany mianem AAP (Apollo Applications Program), został zaniechany na rzecz projektu budowy pojazdów wielokrotnego użytku. Początkowy etap AAP zyskał właśnie nazwę Skylab.

Związek Radziecki także planował wysłanie ludzi na Księżyc — jeszcze w 1967 r. dowódca oddziału kosmonautów, gen. Kamanin wyrażał opinię, że do 1972 r. będzie się latać na Srebrny Glob po utartym szlaku Jednakże z wypraw takich ZSRR zrezygnował, rozpoczynając za to w 1971 r. realizację długofalowego, trwającego już kilkanaście lat programu lotów wokółziemskich, w których wykorzystuje się stopniowo ulepszane i coraz intensywniej eksploatowane stacje orbitalne Salut, a ostatnio Mir. Ze względu na ograniczoną do ok. 20 t masę, do wynoszenia tych stacji w kosmos wystarczyła rakieta Proton. Wprowadzenie do użytku rakiety nośnej Energia o pięciokrotnie większym udźwigu umożliwi dokonanie skoku w radzieckim programie kosmicznym. Nie wybiegając zbytnio w przyszłość, co do której bardzo powściągliwie wypowiadają się radzieccy uczeni, wspomnijmy tylko o szansie używania do obsługi stacji kosmicznych Związku Radzieckiego samolotów kosmicznych przypominających wielkością amerykańskie wahadłowce, a więc mogących pomieścić w ładowni obiekty nawet przewyższające masą i rozmiarami stacje Salut i Mir — w konfiguracji, w jakiej te stacje startują z Ziemi. Byłby to przełom w stosunku do niewielkich, używanych dotychczas pojazdów, mimo że w ciągu dwudziestolecia, jakie upłynęło od startu Sojuza 1, statki te poddano dwukrotnie modernizacji oraz skonstruowano na ich bazie bezzałogowe transportowce Progress.

W ostatnich latach pojawiły się w radzieckim programie zróżnicowane w budowie i przeznaczeniu, lecz dorównujące masą i wymiarami macierzystej stacji, dodatkowe moduły. Mają one odegrać znaczną rolę zwłaszcza w rozbudowie i eksploatacji obiektu orbitalnego, którego zalążkiem stała się stacja Mir. Niektóre z modułów nie

Stała amerykańska stacja kosmiczna, w której skład wejdą też człony zbudowane w krajach Europy Zachodniej, Japonii i Kanady

Stacja Mir z przycumowanym modułem Kwant i trzecią baterią słoneczną, zainstalowaną przez kosmonautów

W Centrum Kierowania Lotem radzieckich stacji kosmicznych

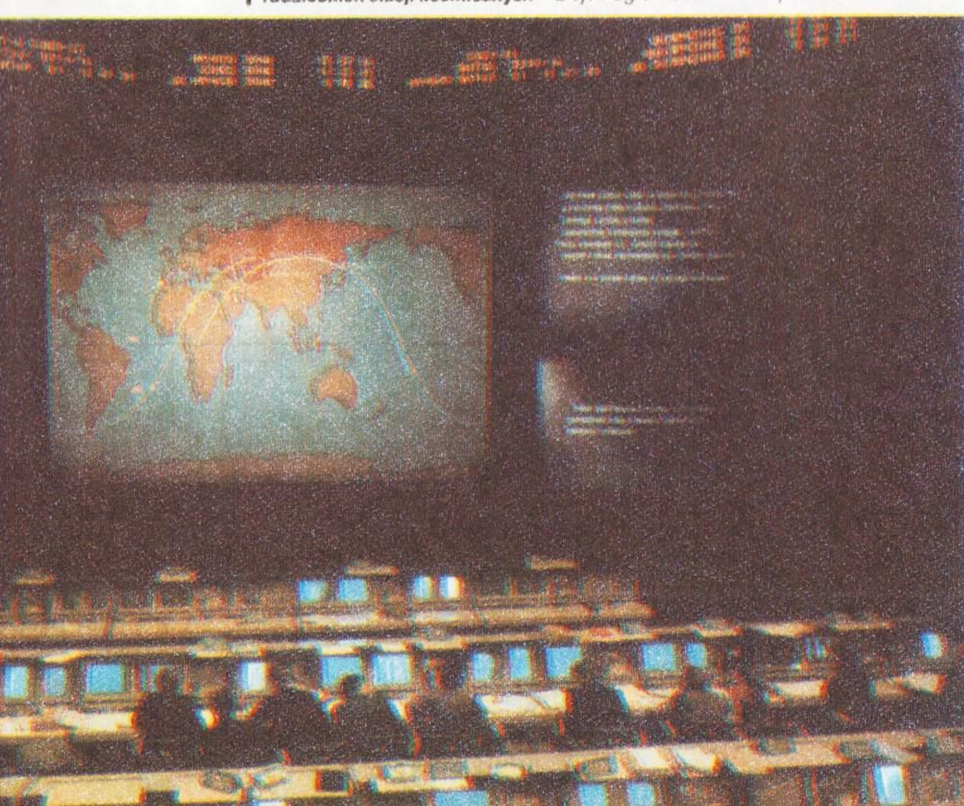
Fot. Boeing

będą zresztą łączone na stałe z Mirem, ale przyholowywane doń okresowo bądź odwiedzane przez kosmonautów na tej samej zasadzie, co Salut 7 przez pierwszą załogę lecącej po zbliżonej orbicie stacji Mir.

W ZSRR równocześnie z doskonaleniem pojazdów kosmicznych rozbudowywano i unowocześniano bazę naziemną służącą do obsługi misji załogowych — Centrum Kierowania Lotem, ośrodki łączności itd. Skupienie się na jednym programie, używanie dobrze wypróbowanego, produkowanego seryjnie i przekonstruowywanego drogą ewolucyjną sprzętu, okazało się — mimo wiążących się z tym ograniczeń — racjonalne i dość skuteczne. Zwiększała się regularnie liczba załóg odwiedzających kolejne stacje, czas pobytu ekip w kosmosie oraz zakres prowadzonych przez nie prac. Wszyscy rekordziści, którzy spędzili poza Ziemią ponad 100 dni, a jest ich piętnastu (Leonid Kizim łącznie w trzech wyprawach przebywał w kosmosie nawet blisko 375 dni!) są kosmonautami radzieckimi. Podobnie rekordowe są liczby przeprowadzonych doświadczeń biomedycznych, z dziedziny technologii oraz inżynierii materiałowej, seansów obserwacji teledetekcyjnych itd. — plon działania radzieckich stacji kosmicznych.

Zapowiadające się na kilka najbliższych lat używanie kompleksu orbitalnego, któremu dała początek stacja Mir, oraz perspektywy jego rozbudowy przez dołączanie kolejnych modułów budzi zainteresowanie jako wieloetapowa, złożona operacja techniczna. Ma jednak także wiele innych aspektów. Na przykład wyposażenie techniczne i naukowe dla tej stacji opracowują placówki z różnych krajów. W pierwszym module przycumowanym do Mira, nazwanym Kwant, zainstalowano zestaw unikatowych przyrządów astronomicznych do obserwowania źródeł promieniowania rentgenowskiego, ultrafioletowego i gamma, przygotowany w ciągu 7 lat przez ośrodki ze Związku Radzieckiego, RFN, Holandii, Wielkiej Brytanii i Szwajcarii — w ramach porozumień dwustronnych między zainteresowanymi państwami oraz Akademią Nauk ZSRR i Europejską Agencją Kosmiczną. Spośród krajów socjalistycznych zrzeszonych w Interkosmosie Polska i Czechosłowacja opracowują wspólnie kamerę teledetekcyjną przeznaczoną dla radzieckiej stacji orbitalnej.

Mir ma być odwiedzany i wykorzystywany do różnych badań naukowych i prac przez kosmonautów wielu narodowości. Przedstawiciel Francji ma w 1988 r. spędzić w radzieckim obiekcie około miesiąca, m.in. wychodząc poza stację i wypróbowując prototyp dużej rozkładanej anteny dla przyszłych satelitów telekomunikacyjnych.



Kosmiczne wyspy

Doświadczenia z rozbudowy modułowej stacji orbitalnej mogą być pomocne dla twórców zachodnioeuropejskiego obiektu Columbus, wówczas gdy stanie się on samodzielnym zespołem orbitalnym. Przewiduje się bowiem, że pierwsze człony przeznaczone do zmontowania Columbusa zostaną włączone początkowo w skład amerykańskiej stałej stacji kosmicznej, jaka — w myśl decyzji podjętej w 1984 r. — ma być umieszczona na orbicie wokółziemskiej w połowie przyszłego dziesięciolecia. Plany dotyczące tego obiektu są niezwykle ambitne. Ma to być bardzo duży kompleks orbitalny wypełniający zadania znacznie wykraczające poza przeznaczenie Salutów, Skylaba, Mira i Columbusa. Poza tradycyjnymi badaniami z różnych dziedzin nauki (od astronomii po medycynę), obserwacjami Ziemi w celu wspomagania wielu dziedzin gospodarki i produkcją rozmaitych substancji i materiałów na skalę półprzemysłową, stacja ta ma być wykorzystywana do wysyłania satelitów na wysoko przebiegające orbity, w tym geostacjonarną oraz sprowadzania ich stamtąd w celu dokonywania przeglądów i napraw.

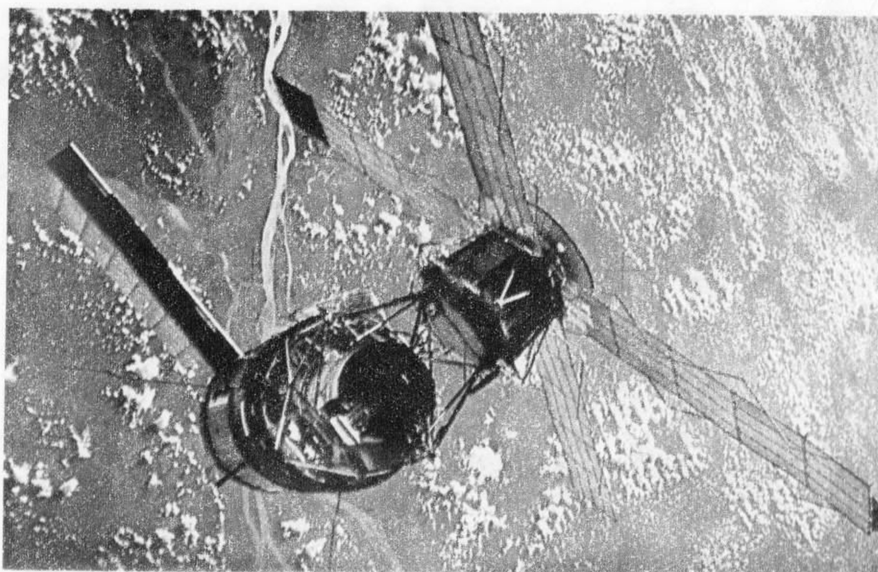
Stacja ma mieć luźną, rozczłonkowaną konstrukcję. Jej bloki będą montowane do ażurowego szkieletu złożonego z masztów długości do 120 m. Do jednego z nich będą przymocowane źródła energii elektrycznej — duże płaty elastycznych baterii słonecznych o mocy ok. 25 kW oraz o turbinowe generatory o mocy 50 kW, wykorzystujące do ogrzewania czynnika roboczego promieniowanie cieplne Słońca, skupiane przez zwierciadlane kolektory. Na tym samym maszcie znajdą się radiatory systemu termoregulacyjnego, na innym zaś — zespoły antenowe.

W środkowej strefie szkieletu zgrupowanych będzie kilka cylindrycznych klimatyzowanych modułów o średnicy ponad 4 m i długości 8...13,8 m, służących jako pomieszczenia mieszkalne, magazynowe i laboratoryjne. Wśród nich będzie wspomniany już człon europejskiego Columbusa oraz japoński blok doświadczalny JEM. Do łączenia modułów posłużą kuliste śluzy powietrzne z rozmieszczonymi co 90° urządzeniami cumowniczymi i włazami. Dzięki nim będzie można zmieniać z czasem konfigurację stacji i rozbudowywać w różnych kierunkach jej zamieszkaną strefę. Do śluz będą dokować pojazdy transportowe obsługujące stację. Przez nie także astronauci będą wychodzić na zewnątrz, by uczestniczyć w montażu kolejnych bloków, kontrolować stan techniczny urządzeń, obsługiwać aparaturę pracującą w otwartej przestrzeni, naprawiać satelity itp.

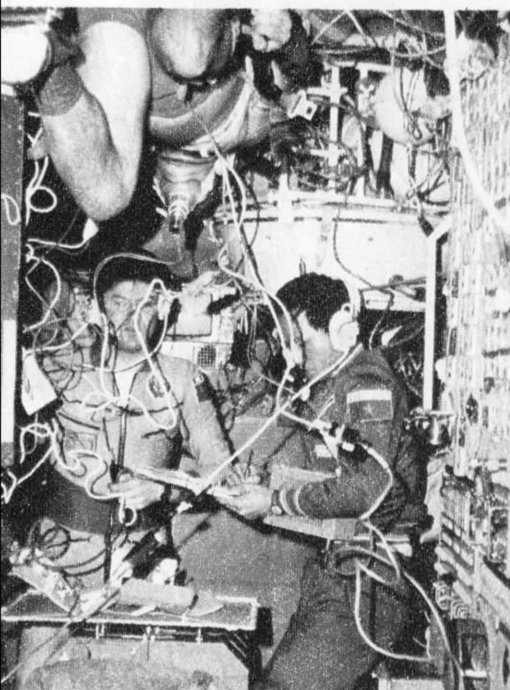
W skład stacji będą wchodziły hangary dla sztucznych satelitów oraz pomieszczenia do magazynowania części zapasowych, cieczy i gazów roboczych. Ze stacją ma współpracować kilka holowników kosmicznych, dla których będzie ona bazą operacyjną. Te bezzałogowe pojazdy transportowe, pracujące wyłącznie w przestrzeni kosmicznej, będą wykorzystywane do montażu i przebudowywania w miarę potrzeby samej stacji, ale przede wszystkim będą odholowywać na docelowe orbity i sprowadzać w pobliże stacji satelity o różnorodnym przeznaczeniu. Te ostatnie będą konstruowane tak, by ułatwić taki serwis.

Projektowanie stacji jest bardzo trudnym zadaniem technicznym i organizacyjnym ze względu na jej rozmiary, różnorodność funkcji, mnogość systemów pomocniczych oraz znaczną liczbę użytkowników z różnych krajów. Trzeba będzie np. opracować systemy głosowej i wizyjnej łączności wewnętrznej, zbioru i opracowywania danych, sterowania układów technicznych, stabilizacji położenia, transportu lokalnego (zapewne z udziałem manipulatorów) oraz indywidualnych układów napędowych dla astronautów. Szczególnej uwagi wymaga niezawodność i bezpieczeństwo tak dużego i skomplikowanego obiektu. Po katastrofie Challengera mówi się o potrzebie wyposażenia stacji w rezerwowy człon powrotny, uniezależniający wieloosobową załogę od wahadłowców. Jest to jeden z licznych problemów nie rozstrzygniętych jeszcze nawet w założeniach do szczegółowego projektu technicznego.

Jerzy Wierzbowski



Stacja orbitalna Skylab



Fot. archiwum

We wnętrzu Saluta 6 podczas międzynarodowej wyprawy radziecko-wietnamskiej

Stacje kosmiczne

Nazwa	Państwo lub organizacja	Używana w latach	Liczba załóg podstawowych i wizytujących	Liczba osób załogi	Wymiary: średnica m	Wymiary: długość m	Objętość pomieszczeń m³	Masa t
Salut 1 [a]	ZSRR	1971	1	3	4,15	13,6	82,5	18,9
Salut 2 [b]	ZSRR	—	—	—	4,15	13,6	82,5	18,9
Skylab [c]	USA	1973—1974	3	3	6,6	25,3	341	75
Salut 3	ZSRR	1974—1975	1	2	4,15	13,6	82,5	18,9
Salut 4	ZSRR	1974—1977	2	2	4,15	13,6	82,5	18,9
Salut 5	ZSRR	1976—1977	2	2	4,15	13,6	82,5	18,9
Salut 6 [d]	ZSRR	1977—1982	10 + 6	2...4	4,15	13,6	100	20,6
Salut 7 [d]	ZSRR	1982—1986	6 + 4	2...6	4,15	13,6	100	20,6
Mir [e]	ZSRR	1986...	2	2...6	4,15	13,6	100	20,6
Columbus [f]	ESA (Eur. Zach.)	1995...	?	6...8	4,1	10	120	12
bez nazwy [g]	USA, z udziałem ESA, Japonii i Kanady	1995	stale zamieszkiwana	8...24	kompleks o rozpiętości 120×90 m		min. 500	min. 150...200

a) załoga zginęła podczas powrotu na Ziemię; b) stacja uszkodzona przy starcie w kwietniu 1973 r. i nie używana; c) stacja uszkodzona przy starcie, ale naprawiona przez astronautów; d) stacje drugiego pokolenia z dwoma węzłami cumowniczymi do przyjmowania jednocześnie dwóch statków transportowych, w tym bezzałogowych Progressów; e) stacja trzeciego pokolenia z sześcioma węzłami cumowniczymi, blok bazowy do rozbudowy w duży kompleks orbitalny, po przycumowaniu statku Sojuz TM-2 i modułu Kwant masa 51 t, długość 35 m; f) dane liczbowe dotyczą tylko pierwszego (jednego z 3...4 modułów składowych), który będzie przycumowany początkowo do stacji USA; g) podobnie jak Columbus stacja nie weszła jeszcze w fazę szczegółowego projektu technicznego

Bohaterska era telegrafu

Karol Wajs

Niektóre dziedziny techniki przeżywają okresy, w których są modne, chwalone, głośne. Porywają wtedy wyobraźnię młodych, zaprzątają uwagę opinii publicznej, dziennikarze robią im hałaśliwą reklamę. Wydają się — czasem słusznie — przynosić coś nowego, dotychczas niespotykanego, wydają się kształtować historię, nadawać nowe oblicze świata, a przynajmniej jego gospodarce. Ludzi zatrudnionych w tych dziedzinach uznaje się za bohaterów danej epoki lub chociaż za godne zalecenia wzory. Taką bohaterską erę przeżyły z początkiem XX w. lotnictwo, potem chyba automatyka i energetyka jądrowa, teraz może nadchodzi ona dla lotów kosmicznych. Ale kiedyś przeżył ją również i to w wielkiej romantycznej postaci tak niepozorny teraz dział techniki jak telegraf. Może warto ją przypomnieć.

Telegraf elektryczny ma długą historię. Już w 1774 r. Lesage z Genewy próbował wykorzystać do tego celu przyciąganie elektrostatyczne. W lipcu 1809 r. von Sömmering zbudował w Monachium nieźle funkcjonujący telegraf elektrolityczny. Przesyłał nim wiadomości na odległość 300 m, a w 1812 r. nawet 3 km. Aparatura działała jednak powoli i wymagała 35 przewodów. Od 1833 r. dwu wielkich niemieckich fizyków, Gauss i Weber, porozumiewało się przez 5 lat tzw. telegrafem igiełkowym między swymi pracowniami w Getyndze. Wykorzystywali do sygnalizacji wychylenia igły magnetycznej pod wpływem prądu elektrycznego. Ale przemysłowa czy raczej handlowa era telegrafu zaczyna się w 1837 r. Wtedy to dwu Anglików, W.F. Cooke i CH. Wheatstone, utworzyło spółkę, dostrzegło celowość związania linii telegraficznych z kolejowymi, zbudowało sprawnie działający telegraf igiełkowy, opatentowało go 10 czerwca i 28 lipca przesłało depeszę między stacjami kolejowymi Euston i Camden Town na linii Londyn-Birmingham (1,9 mili). Wheatstone, od roku już członek Royal Society, zapisał wówczas nocą przy świeczce: „Nigdy dotychczas nie odczuwałem takiego natłoku wrażeń jak wówczas, gdy w zupełnej samotności słuchałem klekotu igły i literowałem kolejne słowa. Odczułem całą wielkość i praktyczność tego wynalazku".

Telegrafem zaopiekowała się teraz wielka spółka kolejowa Great Western Railway. W 1838 r. postanowiono zbudować następną linię już długości 22 km. W końcowej londyńskiej stacji Paddington za szylinga pokazywano publiczności funkcjonowanie tego „cudu techniki". Ale prawdziwy rozgłos przyszedł w 1842 r., gdy dzięki telegraficznej depeszy na tej właśnie stacji ujęto mordercę J. Towella uciekającego do Londynu. W 1845 r. angielskie linie telegraficzne, biegnące wzdłuż torów kolei, miały już prawie 900 km długości. Rodził się nowy zawód — telegrafista, poprzednik elektrotechnika.

Prawie jednocześnie w Stanach Zjednoczonych na innej zasadzie (przyciąganie zwory), którą potem przyjęto powszechnie na całym świecie, budował swój aparat telegraficzny malarz i rysownik Samuel Morse. Patent uzyskał 3 października 1837 r., ale pierwszą amerykańską linię Baltimore-Waszyngton zbudowano dopiero w 1843 r. 23 maja Morse przesłał z Kapitolu pierwszą depeszę alfabetem, który nosi jego nazwisko, chociaż wymyślił go Vail, bliski jego — a potem Edisona — współpracownik. Publiczności udostępniono linię 1 kwietnia 1845 r. Wykupiła ją spółka kolejowa Western Union, która zarazem w takim tempie przystąpiła do budowy amerykańskiej sieci telegraficznej, że już w końcu następnego roku miała ona 1800 km długości, w tym najdłuższą wtedy, ponad 700-kilometrową linię Nowy Jork-Buffalo.

Od połowy lat czterdziestych XIX w. linie telegraficzne u boku kolejowych oplatają świat. Francuzi już w 1842 r. budują pierwszą Paryż-Wersal. Początkowo służy tylko na potrzeby rządu, prywatne nadawanie depesz dopuszczono dopiero w listopadzie 1850 r. W Prusach w 1846 r. powstaje pierwsza linia Berlin--Poczdam, budowana przez wojsko. Uczestniczy w tym młody oficer saperów Werner Siemens, który później będzie jednym z twórców niemieckiego przemysłu elektrotechnicznego. W Austrii w 1846 r. buduje się pierwszą linię Wiedeń-Brno. Znacznie większymi wyczynami są linie amerykańskie i rosyjskie przerzucane nad całymi kontynentami. W 1868 r. sieć telegraficzna Anglii liczy prawie 35 tys. km, a jej 3380 stacji przekazuje rocznie przeszło 6 mln depesz. Najwięcej emocji wzbudza jednak na świecie układanie kabli podmorskich. Aby wykonać to zadanie, trzeba było pokonać dwie trudności: skonstruować dobrze izolowany kabel, który latami ma pracować w wodzie morskiej, oraz ułożyć go bez zerwań i uszkodzeń na często nierównym przecież dnie morskim.

Pierwszy taki kabel przerzucono między Dover a Calais. Do ułożenia go zaadaptowano mały kołowy parowiec Goliath poprzednio pływający po Tamizie. 23 sierpnia 1850 r. przy pięknej pogodzie i spokojnym morzu ułożył on kabel łączący Anglię i Francję. Wysłano jednak tylko kilka depesz, m.in. pozdrowienia między Napoleonem III a królową Wiktorią, gdy łączność uległa przerwaniu. Jakiś rybak z Boulogne wyłowił kabel, rozciął go, uznał żyłkę miedzianą za złotą i zabrał spory jego kawałek. Dopiero druga linia, przerzucona 19 października 1851 r., pracowała przez wiele lat bez przygód. Teraz, prawie półtora wieku później, między Anglią a Francją układa się 4 linie kablowe, które połączą energetyczne systemy obu tych państw. Będzie można przesyłać nimi 2000 MW mocy. Podmorska maszyna, zwana Limulą, obsługiwana przez dwóch ludzi, zakopuje je pod dnem w rowie głębokości 1,5 m w tempie 100...200 m/h.

Znacznie burzliwsze były dzieje kabla transatlantyckiego między Irlandią a Nową Funlandią długości prawie 3500 km i leżącego na głębokości miejscami dochodzącej do 5 km. W 1856 r. utworzono Atlantic Telegraph Comp. i wśród powszechnego entuzjazmu zebrano szybko 350 tys. funtów szterlingów. Wykonano kilka tysięcy kilometrów kabla i dwa okręty — angielski Agamemnon i amerykański Niagara zaczęły go układać 6 lipca 1857 r. Po trzech dniach zerwał się w odległości ok. 500 km od Irlandii przy nagle występującej głębinie 3 km. Rok później podjęto drugą próbę, pozornie udaną. 17 sierpnia 1858 r. przesłano pierwszą depeszę przez Atlantyk. Ale sygnały stawały się stopniowo coraz mniej zrozumiałe i po wymianie 732 depesz trzeba było łączność zawiesić.

Przyszły lata ciężkiej pracy, prób i badań. W 1861 r. ukazało się 500-stronicowe sprawozdanie komisji rządowej o przyczynach niepowodzeń. Techników dziś jeszcze pasjonuje jego lektura. Okazało się, że od 1851 r. ułożono ok. 18 tys. km kabli podwodnych, z których tylko 1/4 działała. Badano proces produkcji kabli, jakość użytych materiałów, wpływ temperatury, ciśnienia itd. oraz trasy układania kabli. Opracowano teorię zjawisk zachodzących w tzw. liniach długich. Do kładzenia kabli dostosowano największy ówczesny parowiec świata Great Eastern o wyporności 22 500 t. W sierpniu 1865 r. podjęto nową próbę. Kabel zerwał się i zatonął po ułożeniu prawie 2000 km. Sukces przyszedł równo rok później. Nareszcie zaczęły płynąć przez Atlantyk depesze. Na przełomie września i października 1866 r. Great Eastern znalazł i podniósł zerwany w poprzednim roku kabel. Udało się go przedłużyć i prawie natychmiast on także podjął pracę. Został interesujący ślad tych zmagań. Geografowie anglosascy płaskie dno Atlantyku na południowy zachód od Islandii nazywają płaskowyżem telegrafistów, a tzw. grzbiet atlantycki od północy oceanu progiem Thomsona. William Thomson, późniejszy lord Kelvin, wielki fizyk angielski, był bowiem naukowym kierownikiem prac po 1858 r. Podczas prób w 1865 i 1866 r. nie opuszczał parowca Great Eastern.

W 1864 r. wykonano trwałe telegraficzne połączenie Londynu z Indiami. W 1872 r. przedłużono je przez Singapur do Chin i przez Madras do Australii. W 1880 r. łączna długość telegraficznych kabli podmorskich wynosiła ponad 156 tys. km. Powstał też zatrudniający tysiące ludzi przemysł urządzeń telegraficznych. W 1873 r. jego udział przekroczył 1% całego eksportu Anglii. Ale zbliżał się zarazem szybki i nieuchronny kres ery telegrafu. W 1875 r. Graham Bell wynalazł telefon, a w 1877 r. przystąpił do jego masowej produkcji. W 1884 r. w Stanach Zjednoczonych było już 150 tys. aparatów telefonicznych.

Kosmos na niby

Po pokonaniu trudności z rakietą Ariane Europejska Agencja Kosmiczna zrobiła następny krok w kierunku samodzielności, konstruując symulator lotów kosmicznych. To kosztowne i skomplikowane urządzenie prezentuje zachodnioniemiecki

CHIP

Aparatura wykorzystywana w badaniach kosmicznych musi być niezawodna. Od jej poprawnego działania zależy bowiem nie tylko powodzenie samego eksperymentu badawczego, ale, w wypadku lotów załogowych, także życie ludzkie. Zanim więc wyśle się urządzenie w kosmos, przechodzi ono na Ziemi różnorakie testy. Uczeni dążą przy tym do możliwie wiernego odtworzenia warunków, w jakich będzie ono później działało w kosmosie.

Jeszcze do niedawna w Europie nie było urządzeń do przeprowadzania takich badań na gotowych do wyniesienia w przestrzeń satelitach. Zainteresowane firmy przeprowadzały je w Jet Propulation Laboratory w Pasadenie (USA). Obecnie satelitów z Europy nie trzeba już wozić do Stanów Zjednoczonych. W ośrodku badawczym Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) w Noordwijk w Holandii oddano do użytku symulator LSS przeznaczony głównie do badań satelitów telekomunikacyjnych i badawczych, które będą wynoszone na orbitę za pomocą nowej generacji rakiet nośnych Ariane IV.

Najważniejszym elementem symulatora jest SUSI — specjalna komora próżniowa, w której satelita w całości będzie poddawany badaniom w warunkach bardzo zbliżonych do panujących w przestrzeni kosmicznej. Warunki te charakteryzują trzy podstawowe parametry: bardzo niska temperatura otoczenia (tła termicznego), niemal doskonała próżnia i działanie promieniowania słonecznego. Uzyskanie tych warunków w komorze o dużych wymiarach, pozwalającej na badanie kompletnych satelitów, nie było wcale łatwe. Najmniej problemów sprawiało uzyskanie odpowiednio niskiego ciśnienia. Specjalny układ z ciekłym azotem umożliwił otrzymanie we wnętrzu komory temperatury ok. -200°C. Uzyskanie niższej temperatury (w kosmosie jest ona bliska zeru bezwzględnemu) było na razie niemożliwe, toteż podczas komputerowego przetwarzania wyników prób konieczne jest wprowadzanie odpowiednich poprawek. W komorze panuje ciśnienie rzędu 10^{-4} Pa.

Najwięcej problemów mieli twórcy symulatora ze stworzeniem warunków imitujących oddziaływanie Słońca. Uzyskanie jednorodnej wiązki światła o dużej energii i odpowiednio dużej średnicy było trudnym zadaniem technologicznym. Tymczasem w kosmosie Słońce stanowi istotne zagrożenie dla aparatury. Powierzchnie narażone na działanie promieni słonecznych bardzo się nagrzewają, podczas gdy znajdujące się w cieniu mają temperaturę bliską zeru bezwzględnemu. Prowadzi to do bardzo dużych naprężeń, potęgowanych jeszcze przez cykle stygnięcia i rozgrzewania.

W SUSI uzyskano wiązkę o średnicy 6 m. Źródłem światła jest 19 specjalnych lamp ksenonowych, z których każda ma moc 20 kW (i teoretyczną trwałość 200 h pracy). Do uzyskania w komorze wymaganego podczas prób strumienia o mocy 1,4 kW/m² wystarcza praca 12 lamp. Pozostałe stanowią rezerwę na wypadek awarii. Specjalny układ sterujący włącza lampę awaryjną w ciągu 20 ms od wystąpienia awarii.

Umieszczenie samych lamp bezpośrednio w komorze było niemożliwe nie tylko ze względu na ich wymiary, ale także z powodu wytwarzanego przez nie ciepła. Zespół lamp usytuowano więc na zewnątrz, a strumień świetlny wnikał do komory przez specjalne kwarcowe szkło i padał na zwierciadło wklęsłe, formujące go w równoległą wiązkę kierowaną na badany obiekt. Okno ze szkła kwarcowego zastosowane w SUSI jest uważane za największe ze zbudowanych do tej pory na świecie. Przed zamontowaniem poddawane było wielu próbom wytrzymałościowym z powodu warunków, w jakich będzie pracować (działanie bardzo dużego ciśnienia, związanego z istnieniem w komorze próżni, wysoka temperatura). Istotne było także zapewnienie niezwykle małego tłumienia strumienia świetlnego, a więc jednorodnej i nie zawierającej zanieczyszczeń masy szklanej.

Za spore osiągnięcie technologiczne jest także uznawane zwierciadło wklęsłe. Jest to jeden z największych na świecie odlewów ciśnieniowych ze stopu lekkiego, ma średnicę 4,3 m i masę 3,8 t. Obecnie w komorze montuje się urządzenie, które zapewni możliwość zmiany położenia badanego obiektu podczas prób. W przyszłości w symulatorze ma być także zamontowana aparatura do sprawdzania zdolności nadawczych i odbiorczych satelitów telekomunikacyjnych. Komora próżniowa to tylko jeden z elementów składowych symulatora. Umożliwia on ponadto sprawdzenie odporności na działanie dużych przeciążeń i silnych drgań, na oddziaływanie silnych źródeł sygnałów akustycznych oraz na działanie promieniowania elektromagnetycznego (np. podczas wynoszenia w przestrzeń kosmiczną).

Do opracowywania wyników prób zastosowano systemy komputerowe. Komputery nadzorują także przebieg samych prób (w wypadku zagrożenia badanego obiektu następuje uruchomienie instalacji sygnalizacyjnej). Mimo wykorzystania najnowszych osiągnięć informatyki, badania satelitów są jednak bardzo czasochłonne. Naukowcy oceniają, że w nowym symulatorze możliwe będzie przebadanie 2 lub 3 dużych satelitów telekomunikacyjnych rocznie. Same próby trwają wprawdzie na ogół kilkanaście dni, ale opracowanie programu, przygotowanie aparatury i badanego obiektu oraz opracowanie wyników trwa znacznie dłużej. **(gs)**

Bakterie wychodzą z laboratorium

Katastrofiści od lat przestrzegają przed eksperymentami genetycznymi, które w wypadku wymknięcia się spod kontroli grożą nieobliczalnymi następstwami. Czy możliwe jest jednak powstrzymanie rozwoju nauki? Oto jesteśmy świadkami kolejnego kroku w dziedzinie inżynierii genetycznej — zmodyfikowaną przez człowieka w laboratorium bakterię wprowadzono do zewnętrznego środowiska. O tym eksperymencie i toczącej się wokół niego dyskusji doniósł tygodnik

TIME

W maju 1987 r. pole koło miejscowości Tulelake w Kalifornii było widownią niezwykłych wydarzeń — grupa naukowców ubranych w żółte kombinezony sadziła kartofle. Zasadzili oni 2000 ziemniaczanych bulw zawierających niezwykły dodatek: genetycznie przekształconą bakterię, wyhodowaną w celu zabezpieczenia upraw przed mrozem. Był to drugi tego typu eksperyment (pierwszy odbył się 5 dni wcześniej w odległym o 350 mil Brentwood), będący legalnym (są downie dozwolonym) wprowadzeniem na pole bakterii z rekombinowanym DNA, a więc wprowadzeniem do środowiska zupełnie nowej, przetworzonej przez człowieka postaci bakterii.

Operacji przeprowadzonej w Tulelaka nie towarzyszyła już atmosfera niesamowitości, charakterystyczna dla wcześniejszego o 5 dni eksperymentu z Brentwood. Wówczas technicy ubrani w „kosmiczne" kombinezony, jakich wymagają ustawy federalne przy stosowaniu lotnych substancji toksycznych, opryskiwali 2400 krzaków truskawek, stosując nieco inny szczep tej samej bakterii przeciwszronowej. Do Brentwood zjechało wielu reporterów i ważnych osobistości, zaopatrzonych w przyrządy do kontroli powietrza. Samo rozpoczęcie eksperymentu opóźniło się o godzinę z powodu aktu wandalizmu — poprzedniej nocy ktoś wyrwał ok. 2 tys. sadzonek. Nieuszkodzone rośliny pospiesznie wsadzono do ziemi z powrotem i program kontynuowano.

Wyrwanie sadzonek było aktem protestu przeciwko tego rodzaju eksperymentom przeprowadzanym nie w laboratorium, jak dotąd, lecz w naturalnym środowisku. Zacięte dyskusje nad celowością tworzenia nowych organizmów i ostrzeżenia przed ich rozprzestrzenianiem się miały miejsce już od dawna. Większość biologów jest zdania, że próby na otwartej przestrzeni są konieczne, jeśli chce się zredukować ogromne straty, jakie co roku ponoszą farmerzy amerykańscy z powodu przymrozków. Jest to również pierwszy krok w kierunku zastępowania nawozów chemicznych i pestycydów mikroorganizmami ulegającymi biodegradacji i nie zanieczyszczającymi środowiska.

Ruch protestacyjny przeciw tego rodzaju eksperymentom jest znaczny i przybrał zorganizowane formy. Na jego czele stoi Jeremy Rifkin z Waszyngtonu. Zgłaszane są przede wszystkim zastrzeżenia formalne, takie jak prawne uregulowanie oraz możliwość kontroli takich prac. Rifkin i jego zwolennicy grają na nastrojach społecznych, stwarzając widmo biotechnologicznego Czarnobyla. Eksperyment może wymknąć się spod kontroli, wytworzone przez człowieka bakterie rozprzestrzenią się w środowisku niszcząc plony, zmieniając układy deszczowe i zamieniając wielkie połacie Kalifornii w niezamieszkane pustynie.

Wszyscy są jednak zgodni co do tego, że obydwa opisane eksperymenty nie stwarzają aż takich zagrożeń, zawierają bowiem skromny „wkład" inżynierii genetycznej nawet jak na dzisiejsze możliwości. W tym wypadku techniki inżynierii genetycznej zastosowano do bakterii *Pseudomonas syringae*, pospolitego pasożyta żyjącego na liściach i korze wielu roślin. Bakteria ta produkuje białko, które służy jako zarodek do wytwarzania się kryształków lodu przy spadku temperatury poniżej 0°C. Przez wycięcie z DNA tej bakterii genu odpowiadającego za wytwarzanie owego białka dwaj uczeni z Berkeley — Steven Lindow i Nickolas Panopoulos — otrzymali bakterię-mutanta, nie powodującego powstawania na roślinach szronu. Nową bakterię nazwali „ice-minus" (ice znaczy lód).

Swe eksperymenty Lindow i Panopoulos prowadzili od dawna. W 1982 r. wystąpili o oficjalną zgodę władz na przeprowadzenie próby z



„ice-minus" na ziemniakach w warunkach naturalnych. Wówczas po raz pierwszy natknęli się na Rifkina, byłego działacza antywojennego, który obecnie całkowicie poświęcił się walce z inżynierią genetyczną. Jego zwycięstwem był tymczasowy zakaz przeprowadzania eksperymentów, wydany w 1984 r. przez sąd federalny.

Trzeba jednak przyznać, że w tej walce obie strony, a więc i zwolennicy, i przeciwnicy inżynierii genetycznej, stosowali wszelkie chwyty. To właśnie Rifkin ujawnił przed sądem, że jedna z firm zajmujących się naukami genetycznymi w Oakland przeprowadzała testy z mutantami bakterii na roślinach hodowanych na dachu swego laboratorium. Ponieważ było to niezgodne z prawem, firma zapłaciła karę w wysokości 13 tys. dolarów.

Ta nauczka poskutkowała. Eksperyment w Brentwood był już bardzo dobrze przygotowany pod względem informacyjnym, w co należy wliczyć spotkania z szeroką publicznością, zwiedzanie laboratorium itp. Ostatnia przeszkoda, prawna, została obalona na dzień przed próbą. Sąd okręgowy w Sacramento wydał następujące oświadczenie: „Sąd jest przekonany, że eksperyment nie spowoduje uwolnienia bakterii, które mogłyby zniszczyć miasto". Tak więc oponenci z Rifkinem na czele ponieśli porażkę. Nie oznacza to jednak końca wojny przeciw eksperymentom genetycznym. Na razie obwarowano je ścisłymi przepisami. „To wielka ulga widzieć naukę posuwającą się naprzód" — powiedział Steven Lindow na zakończenie tej batalii. Ale dla Rifkina wojna przeciw inżynierii genetycznej jeszcze się nie skończyła. **(HS)**

Supermateriały

Na arenę międzynarodowej konkurencji w dziedzinie techologii wkroczyły supermateriały. Nowa ceramika, nowe szkło, niezwykłe tworzywa sztuczne, zmodyfikowany beton dają nieograniczone wprost możliwości. Kto przewodzi w tym wyścigu prowadzącym do nowej ery? — zastanawia się tygodnik.

NEWSWEEK

Era kamienia, era żelaza wzięły swe nazwy od materiałów. Jak nazywać się będzie era, która rozpocznie się w niedalekiej przyszłości. Stoimy bowiem obecnie w obliczu kolejnej rewolucji materiałowej. Badania w dziedzinie inżynierii materiałowej zaowocowały ostatnio wieloma doniosłymi wynalazkami o praktycznym zastosowaniu, na czele z nadprzewodzącymi materiałami ceramicznymi, które mogą zrewolucjonizować elektronikę. Ale to tylko mały wycinek możliwości — w niedalekiej przyszłości wiele przedmiotów, poczynając od domów, przez samochody, garnki, sztuczne zęby wykonywać się będzie z zupełnie nowych materiałów. Niezwykłe tworzywa sztuczne, szkło i ceramika odcisną swe piętno tak, jak obecnie robią to komputery czy inżynieria genetyczna.

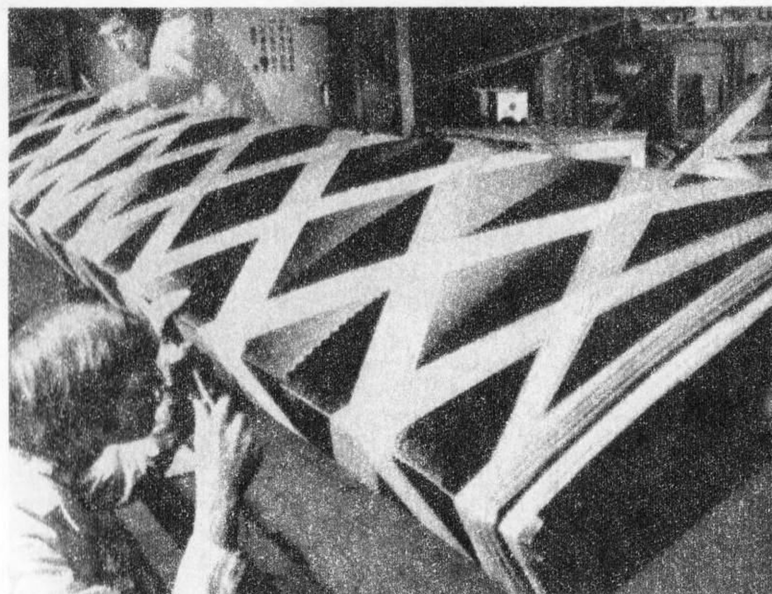
Kluczem do nowych materiałów stała się możliwość oddziaływania na nie już na poziomie molekularnym. Ceramika np. przez długi czas miała ograniczone możliwości zastosowania ze względu na swą kruchość. Zmniejszając mikroskopijne nieprawidłowości jej struktury wewnętrznej naukowcy stworzyli nową ceramikę — wytrzymałą, a jednocześnie nie tracącą poprzednich swych cech, takich jak twardość i duża rezystancja elektryczna. Firma Ford używa obecnie narzędzi ceramicznych do cięcia stali. Kilkanaście japońskich firm samochodowych produkuje ceramiczne części silników. Inna firma — Kyocera — uruchomiła produkcję nożyczek i noży, które zachowują ostrość przez lata, a ponadto nie ulegają korozji. Amerykańskie i japońskie firmy opracowały już prototypowe ceramiczne silniki Diesla, które nie wymagają systemu chłodzącego, gdyż ceramika wytrzymuje wyższą temperaturę niż stal, osiągają wyższą wydajność i mają mniejszą masę.

Podobne przeobrażenie dokonało się w dziedzinie tworzyw sztucznych. Polimerów o dużej wytrzymałości używać już można do budowy mostów, części silników samochodowych i śmigieł helikopterów (rys.). Zderzaki i zbiorniki paliwa z tworzyw sztucznych już wkrótce całkowicie zastąpią metalowe. Nowy typ tworzywa, mogącego generować prąd podczas drgań lub ucisku, stosować można w gitarach elektrycznych, sensorach montowanych w ramionach robotów oraz w ubraniach karateków, co automatycznie pozwoli wykryć każde dotknięcie.

Nawet plastykowe śmieci, dotąd uważane za niezniszczalne, musiały skapitulować przed nauką. Kilkunastu wytwórców produkuje już tworzywa ulegające biodegradacji, niektóre z nich ulegają rozkładowi pod wpływem promieni ultrafioletowych, a więc światła słonecznego. Naukowcy przez cały czas szukają sposobów, które uczyniłyby tworzywa sztuczne tak łatwe w powtórnej przeróbce jak metal lub szkło. Jeden z szefów firmy General Electric Plastic stwierdził wręcz, iż ze zużytych opakowań plastykowych firma jest w stanie wyprodukować wiele nowoczesnych elementów budowlanych. Co więcej, planuje w przyszłym roku budowę domu wykonanego całkowicie z tworzyw sztucznych i sterowanego przez komputer.

Tworzywa sztuczne mogą być zarówno lżejsze, jak i wytrzymalsze od stali. Kompozyty — tworzywa sztuczne wzmocnione włóknem szklanym, grafitem lub innymi substancjami — umożliwiły przecież słynny lot Voyagera dookoła świata. Najnowsze myśliwce wojskowe zawierają w swej konstrukcji ok. 25% kompozytów, a podobno ściśle tajny bombowiec Stealth będzie całkowicie wykonany z kompozytów, co uczyni go niewykrywalnym dla radarów. Jak dotąd materiały te są droższe niż stal, co limituje ich powszechne stosowanie. Niemniej jednak są już pierwsze jaskółki — z włókien węglowych produkuje się rakiety tenisowe, a także rowery sportowe. Wykorzystuje je też przemysł zbrojeniowy do produkcji hełmów wojskowych.

Niektóre z nowych materiałów mają wszystkie jakościowe cechy starych, a dodatkowo nowe zalety. Najnowsze światłowody wykonane są z włókien szklanych o przezroczystości znacznie większej niż szkło okienne. Już wkrótce dostępne będzie na rynku szkło ciemniejące pod wpływem prądu elektrycznego. W samolotach niedalekiej przyszłości pilot za pomocą przycisku będzie mógł przyciemnić przednią szybę, chroniąc się przed oślepieniem przez słońce. Nawet stary poczciwy beton będzie musiał poddać się kuracji odmładzającej — już dziś naukowcy otrzymali beton o takiej wytrzymałości, że można go formować w giętkie sprężyny.



Oczywiście, te wszystkie wynalazki nie miałyby większego znaczenia, gdyby nie zostały wdrożone praktycznie. To jednak stwarza poważne trudności. Joel Clark, profesor zajmujący się inżynierią materiałową w słynnej amerykańskiej politechnice MIT (Massachussetts Institute of Technology), jest zdania, że przyczyną tych trudności jest fakt, iż producenci nie potrafią wykorzystać istniejących możliwości. Nie projektuje się więc całego samochodu na nowo, lecz zastępuje stopniowo jego poszczególne części nowymi, wykonanymi z kompozytów. Niektóre z tych oporów są wytłumaczalne. Producenci samochodów zmuszeni byliby do przebudowy swych linii produkcyjnych, a to z kolei powodowałoby zmiany w zatrudnieniu. Pojedynczy element wykonany z kompozytu może bowiem zastąpić tradycyjny, który składał się z wielu elementów i wymagał montowania przez ludzi. Opory mogą też wystąpić ze strony producentów stali.

Jedną z zasadniczych trudności związanych z nowymi materiałami jest długi czas badania i wdrożenia. Obecnie wynosi on 10...15 lat. **(Jol)**

Korespondencyjny Klub Fizyków

Interesuje Cię fizyka?
Potrzebujesz pomocy lub porady?

• Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego może Ci pomóc. Chcesz wiedzić, gdzie można przeczytać na interesujący Cię temat? Gnębi Cię problem, którego nie umiesz rozwiązać? Chcesz wykonać doświadczenie, a nie masz dostępu do odpowiednich przyrządów?

• Napisz do nas, a postaramy się znaleźć radę.

A może już coś udało Ci się osiągnąć? Wykonałeś interesujące doświadczenie, rozwiązałeś, a może wymyśliłeś nietypowe zadanie? Opracowałeś program komputerowy związany z fizyką?

• Podziel się swoim sukcesem. Każde (nie musi być wielkie) osiągnięcie w dziedzinie fizyki pozwala Ci pretendować do miana członka Klubu Fizyków. Oprócz odpowiedzi listowych (odpowiadamy na wszystkie listy!) zaakceptowany członek Klubu Fizyków może liczyć na następujące

• Przywileje

— każdy członek otrzyma co roku w prezencie od Wydziału Fizyki książkę o tematyce fizycznej,

— członkowie, którzy przedstawią najciekawsze osiągnięcia zostaną zaproszeni na koszt Wydziału do zwiedzenia laboratoriów i przedyskutowania swoich wyników z pracownikami naukowymi.

• Kto może zostać członkiem Klubu Fizyków?

Przede wszystkim uczniowie szkół wszelkich typów (także podstawowych!). Oprócz tego każdy oprócz studentów fizyki i dziedzin pokrewnych oraz osób związanych zawodowo z fizyką.

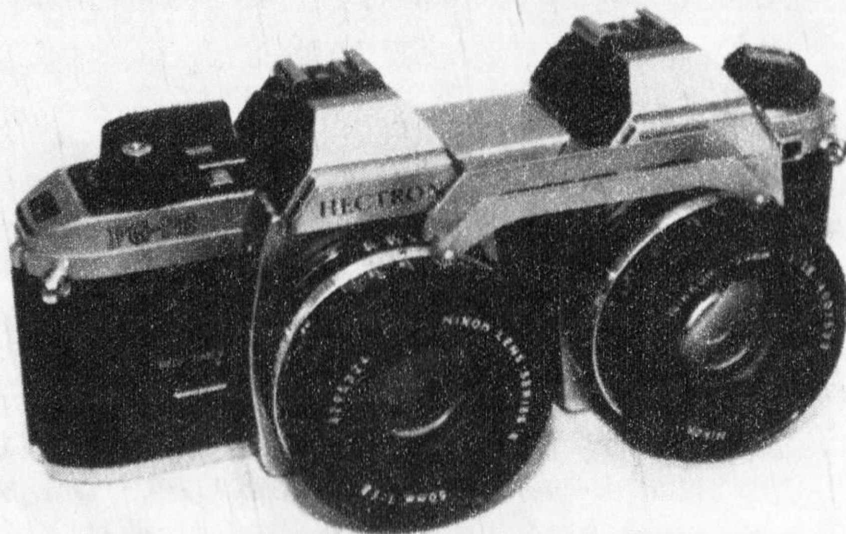
Trzeba napisać do nas pod adresem:
Klub Fizyków, Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego ul. Hoża 74, 00-681 Warszawa

Jan Gaj

Perspektywy stereofotografii

Zaledwie na sześć lat przed ogłoszeniem wynalazku fotografii poznano zasady stereoskopii. Anglik Charles Wheatstone — konstruktor znanego typu mostka elektrycznego — zreferował to odkrycie w Królewskim Towarzystwie w Londynie 21 czerwca 1833 r. Łącząc obydwie nowe dziedziny, David Brewster zbudował w 1849 r. pierwszy aparat stereofotograficzny z dwoma obiektywami. Od tego czasu stereofotografia doznawała wzlotów i upadków: największą popularność osiągnęła w końcu XIX w., potem w latach dwudziestych naszego stulecia i jeszcze — już w wersji barwnej — w pięćdziesiątych.

Później moda przeminęła, produkcji aparatów, przeglądarek (stereoskopów) i rzutników (a także — niezbędnych do barwnej projekcji przez filtry polaryzacyjne — „srebrnych", czyli metalizowanych ekranów) zaniechano. Utrzymał się na rynku tylko sprzęt na format miniaturowy: czechosłowacki system Stereo-Microma i amerykańskie przeglądarki tarczowe View-Master. Nie rozpowszechniły się koncepcje radzieckie i amerykańskie z lat siedemdziesiątych (*HT* 11/72, 1/76), a firma Nimslo — promotor nowej metody kopiowania zdjęć wykonanych aparatem z czterema obiektywami na papierze z rastrem wywołującym wrażenie przestrzenne (*HT* 12/80) — nie była nawet reprezentowana na photokinie'86.



Również odbiór stereofotogramów stopniowo zanikał: sto lat temu należało do dobrego tonu mieć w mieszkaniu stereoskop ze szklanymi płytami, na przełomie wieków berlińczyk Fuhrmann skonstruował kolumnę parometrowej średnicy, w której wnętrzu obracał się skokowo bęben z podświetlonymi przezroczami, a na zewnątrz siedziało dookoła do 25 osób, oglądających kolejne obrazy przez umieszczone na obwodzie kolumny stereoskopy.

Była to tzw. Kaiserpanorama, znana jeszcze do niedawna także i u nas pod nazwą fotoplastikonu.

Wprowadzenie błon małoobrazkowych w latach trzydziestych, a przede wszystkim filtrów polaryzacyjnych w 1936 r. umożliwiło większym grupom jednoczesne oglądanie przez okulary polaryzacyjne stereofotogramów — także barwnych — rzutowanych na ekran przez takież filtry. Wspomniany brak sprzętu położył praktycznie kres i tej formie odbioru.

Dopiero dokładny przegląd oferty stereofotograficznej na photokinie'86 udowodnił, że dziedzina ta wydaje się przeżywać swój renesans. Przede wszystkim pojawił się aparat firmy Hectron, budowany we Francji z dwóch egzemplarzy Nikona FG 20. Wykorzystuje się w nim pełny format 24x36 mm przy rozstawie 76 mm (co wymaga naturalnie przemiennego skoku przesuwu błony — raz o jedną klatkę, raz o trzy — jak w znanej u nas kiedyś Belplasce). Na razie nie ma innych nowości w sprzęcie zdjęciowym, natomiast Pentax produkuje

Lampa pomocnicza

Tak popularne obecnie na zachodzie kompakty, czyli małoobrazkowe aparaty celownikowe, mają najczęściej wbudowaną lampę błyskową wyładowczą.

Lampy te wykazują wspólną cechę ujemną: są dosyć słabe, zasięg ich nie przekracza — dla błon średniej czułości — paru metrów.

Z drugiej strony, kompakty z reguły nie mają gniazda do włączenia dodatkowego flesza.

Tę sytuację zmienia lampa Cullmann S 18 Ministab ze stałą szyną i śrubą do mocowania aparatu. Po prostu czujnik wyzwala ten „duży" błysk w małym ułamku sekundy po zadziałaniu lampy aparatu. Liczba przewodnia wynosi — jak nazwa wskazuje — 18, dla błon ISO 100/21°. Dwie baterie zasadowe wystarczają na 200 błysków trwających po 1/2000 s, w odstępach ok. 8 s. Reflektor można odchylać, aby uzyskać oświetlenie pośrednie. ***HT***

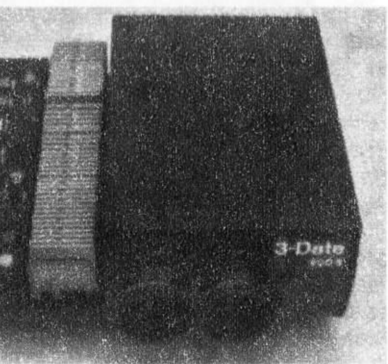


Foto Andrzej Voellnagel

nadal przystawki dzielące pionowo obraz w lustrzankach jednoobiektywowych.

Większej podaży aparatów można się dopiero spodziewać, bo rozwój nadchodzi z innej strony: okazało się, że budowane od kilkunastu lat podwójne rzutniki „z przenikaniem obrazu" (np. Braun Tandem, *HT* 9/75), używane do projekcji diaporam, dają się przystosować do wyświetlania stereofotogramów stanowiących pary przezroczy w normalnych ramkach 5x5 cm (np. Euming Sound 1 + Module, *HT* 6/86).

Podczas photokiny niektóre spośród najpoważniejszych firm — Hasselblad, Kodak i Zeiss — przedstawiły stereoskopowe diaporamy. Ponieważ przy projekcji stereofotogramów ważne jest utrzymanie jednakowego poziomu obu obrazów na ekranie, Schneider-Kreuznach oraz Isco



Optic oferują obiektywy z pionowym przesuwem czołówki, umożliwiającym wyrównanie pozycji obrazów pochodzących z dwóch równolegle zestawionych rzutników. Schneider dostarcza ponadto pierścienie mimośrodowe pozwalające na dodatkowe przemieszczenie osi optycznych, Isco zaś — obiektyw o zmiennej ogniskowej.

Eumig przystosowuje do stereoprojekcji nie tylko swój zestaw dźwiękowy Sound 2/Module 2, ale także nową, niemą, a więc tańszą wersję o przydługiej nazwie Eumig Dia Seven module kompatibel/Module 2. Norymberska wytwórnia rzutników Weber przygotowuje stereoskopowy model z przenikaniem obrazu.

Wreszcie najpoważniejsza wydaje się oferta berlińskiej firmy Gerd Schulte w postaci rzutnika 3-Date 200 S, stanowiącego przeróbkę modelu Rollei P 3801. Umożliwiono tu przesuw przezroczy w pionie i w poziomie i zapewniono dużą intensywność oświetlenia dwiema żarówkami halogenowymi 12 V 100 W. Stosunkowo długi czas automatycznej zmiany przezroczy, wynoszący 3...4 s, wykorzystano na dodatkowy efekt: przystawka z obrotowymi filtrami Stereo II ukazuje podczas tej przerwy dwuwymiarowy obraz kolejnego przezrocza, co jeszcze wzmaga występujący potem efekt przestrzenny. Ponadto: elektroniczny układ sterowania, wyłącznik cieplny, automat projekcji ciągłej, szklane okulary polaryzacyjne wysokiej jakości do obserwacji obrazu (zwykle stosuje się mniej doskonałe, lekkie oprawki z filtrami z tworzywa).

Austriacka firma Bonum produkuje już specjalne ramki do przezroczy, z regulacją położenia tych ostatnich, na format normalny 24x36 mm oraz na formaty stosowane tylko w stereofotografii: europejski 24x30 mm i amerykański 24x23 mm. ***HT***

Nietypowe statywy

Konstruktorzy statywów marki Benbo odwrócili normalną kolejność teleskopowo zsuwanych członów: grubsze są na dole, cieńsze na górze. „Zakorkowanie" dolnych członów stożkowymi — ale zaokrąglonymi na wierzchołku — końcówkami ze sztucznego tworzywa oraz antykorozyjne, czarne powłoki epoksydowe pozwalają używać statywu np. do zdjęć nawodnych, a także w błocie i na śniegu.



Głowica łączy nogi statywu ze środkową kolumną długości 0,62 m, przesuwającą się w swym zamocowaniu o 0,54 m i mogącą przyjmować różne kierunki — od pionowego do poziomego. Brak połączenia nóg umożliwia najrozmaitsze ich położenie, od niemal płaskiego „szpagatu" na ziemi do oparcia jednej nogi o ścianę powyżej głowicy.

Istnieją trzy modele: MK O długości 0,64... 1,14 m i masie 2,7 kg, MK 1 — odpowiednio 0,84-1,57 m i 3,4 kg oraz MK 2 — wymagający drabinki do obsługi — 1,14-2,46 m i 3,7 kg. ***HT***

Astronautyka

1957-1987

1957
4 X — start pierwszego sztucznego satelity Ziemi (Sputnik-1, ZSRR)
3 XI — pierwsza żywa istota — pies Łajka — na orbicie wokółziemskiej, satelita o masie 0,5 t (Sputnik-2, ZSRR)

1958
31 I — start pierwszego amerykańskiego satelity (Explorer-1)
17 III — pierwszy obiekt zasilany z baterii słonecznych, najstarszy obecnie sztuczny satelita Ziemi (Vanguard-1, USA)

1959
2 I — start pierwszego obiektu, który osiągnął II prędkość kosmiczną, przelot koło Księżyca (Łuna-1, ZSRR)
28 II — pierwszy satelita na orbicie biegunowej i zarazem pierwszy satelita do celów wojskowych (Discoverer-1, USA)
13 IX — pierwsze trafienie w Księżyc (Łuna-2, ZSRR)
7 X — sfotografowanie niewidocznej z Ziemi półkuli Księżyca z wydłużonej orbity wokółziemskiej (Łuna-3, ZSRR)

1960
1 IV — pierwszy satelita meteorologiczny (Tiros-1, USA)
13 IV — pierwszy satelita nawigacyjny (Transit-1B, USA)
12 VIII — pierwsze odzyskanie obiektu z orbity (kapsuła satelity Discoverer-13, USA)
20 VIII — pierwsze odzyskanie żywych istot z orbity (dwa psy w lądowniku satelity Korabl-Sputnik-2, ZSRR)

1961
12 IV — pierwszy lot kosmiczny człowieka (J. Gagarin, Wostok-1)
6-7 VIII — pierwszy, trwający ponad dobę lot załogowy (H. Titow, Wostok-2)

1962
20 II — pierwszy amerykański lot załogowy (J. Glenn, Mercury-6)
7 III — pierwszy satelita do obserwacji Słońca (OSO-1, USA)
16 III — start satelity geofizycznego, który zapoczątkował najdłuższą serię — ponad 1800 — satelitów (Kosmos-1, ZSRR)
12-15 VIII — po raz pierwszy dwa załogowe statki kosmiczne jednocześnie na orbicie (Wostok-3, Wostok-4, ZSRR)
14 XII — pierwsza udana misja próbnika planetarnego — badania Wenus z odległości 34 tys. km (Mariner-2, USA)

1963
14 II — pierwszy satelita geostacjonarny (Syncom-1, USA)
16-19 IV — pierwszy lot kosmiczny kobiety (W. Tierieszkowa, Wostok-6)

1964
31 VII — pierwsze dokładne obrazy Księżyca przesłane na krótko przed twardym lądowaniem próbnika (Ranger-7, USA)
12-13 X — pierwszy lot załogi wieloosobowej (Woschod-1, ZSRR)

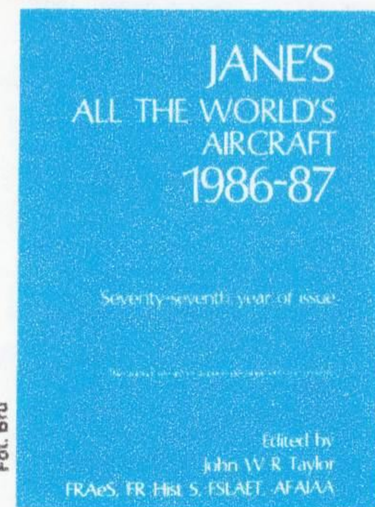


JANE'S wie wszystko

Piotr Czarnowski

JANE'S All The Word's Aircraft, czyli Wszystkie Maszyny Latające Świata to publikacja, która nie ma równej na całym świecie. O wydawnictwie tym, uznawanym za najbardziej wiarygodne źródło informacji, wiedzą wszyscy, którzy zajmują się lotnictwem.

JANE'S wydaje także wiele innych opracowań poświęconych różnym dziedzinom, zwłaszcza transportowi i technice wojskowej. Większość tych publikacji jest systematycznie uzupełniana i poszerzana. Książka o poduszkowcach doczekała się dwudziestej edycji. JANE'S Spaceflight Directory — trzeciej. Są też opracowania jednorazowe, jak np. omawiające drobiazgowo wszystkie parametry techniczne okrętów wojennych NATO i Układu Warszawskiego, są też takie, które czyta się jak powieść sensacyjną. Project Cancelled — książka powstała w wyniku wieloletniego badania wszystkich dokumentów źródłowych i detektywistycznej pracy autora — mówi o kulisach poniechania projektów budowy pod koniec II wojny światowej wielu nowych typów samolotów, co miało efekty polityczne i techniczne, przyczyniając się do opóźnienia rozwoju brytyjskiego przemysłu lotniczego i wyprzedzenia Europy przez USA.



Fot. Bru

JANE'S stanowi najbardziej wiarygodne źródło informacji nie tylko o samolotach już używanych, ale także o wszystkich projektach, a nawet pracach studialnych. Na zdjęciach dwa z opisanych tam projektów: MD-11 i Boeing Vertor 360 — szybki śmigłowiec wykonany w całości z kompozytów

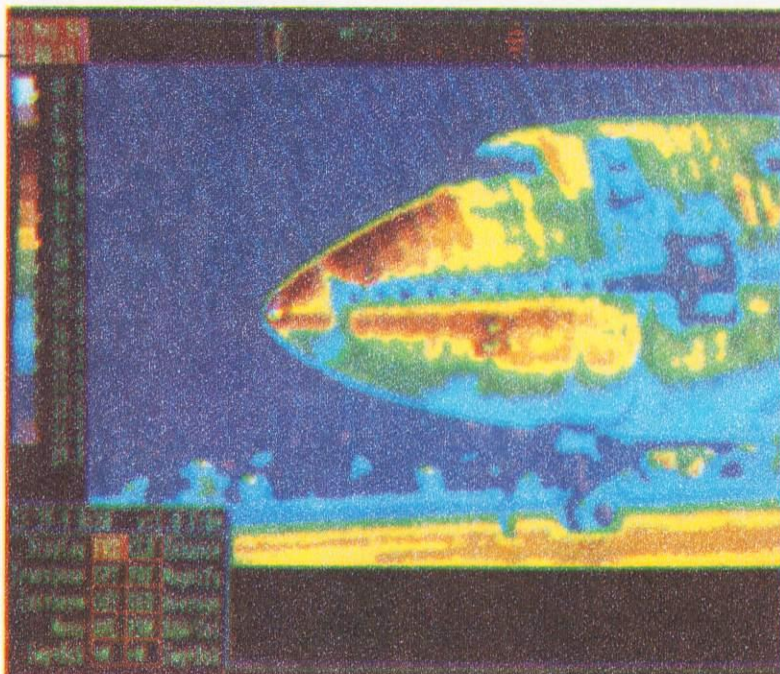
All The Word's Aircraft jest chyba jednak najbardziej znaną pozycją JANE'S. Książka ta jest wydawana od 77 lat, a obecna jej edycja nosi datę 1986—1987. Każda niemal z dotychczasowych edycji przynosiła liczne sensacyjne wiadomości, ale zawsze były to wiadomości prawdziwe. JANE'S współpracuje z wieloma specjalistami na całym świecie, dysponuje też kontaktami, których nie umieszcza się w stopce wydawnictwa. To one właśnie pozwalają na publikowanie danych technicznych maszyn objętych najściślejszą tajemnicą wojskową (tak było w wypadku kilku projektów amerykańskich). Informacja JANE'S jest tak dokładna, że wiedza o polskich

Sprawdzanie

Nowoczesny samolot, taki jak B757 czy A310, składa się ze 175 000 części i elementów. Są one sprawdzane zarówno podczas produkcji, jak i montażu samolotu, a później regularnie w czasie jego eksploatacji. Lotnictwo było jedną z pierwszych dziedzin, w których zastosowano takie nieniszczące metody badań jak kontrola rentgenowska czy ultradźwiękowa, pozwalające wniknąć nie tylko w głąb konstrukcji samolotu, ale i w strukturę użytych do jego budowy materiałów. Obie metody bardzo poszerzyły wiedzę o uszkodzeniach i zniszczeniach, jakie niosą dwa zjawiska najbardziej niebezpieczne dla samolotu: korozja i zmęczenie materiałowe. Z czasem rentgenowskie i ultradźwiękowe urządzenia stacjonarne zastąpione zostały przenośnymi i wyposażone w komputery. Dzięki temu mają możliwości takie, jak ich medyczne odpowiedniki — tomografy i ultrasonografy. Ale mimo tej najnowocześniejszej techniki, nadal do kontroli najbardziej złożonych konstrukcji lotniczych stosuje się silną latarkę i lusterko na wysięgniku, podobne do dentystycznego (rys. 1).

Ostatnio jako metodę sprawdzania wykorzystuje się także termografię, a właściwie jej połączenie z komputerową obróbką danych. Temperatura każdej części samolotu zależy nie tylko od rodzaju materiału, ale i od miejsca w konstrukcji, w którym ten materiał zastosowano. Niezależnie więc od termograficznego stwierdzenia, czy jakiś element w wyniku awarii źle pracuje (np. układy hamulcowe, elektryczne, hydrauliczne) można z bardzo dużą dokładnością ustalić stan zużycia poszczególnych elementów. Czułość urządzeń termograficznych używanych w lotnictwie sięga dziesiątej części stopnia i pozwala nawet na wnikanie pod zewnętrzne pokrycie płatów czy kadłuba. Metodami termograficznymi można też wykrywać nieszczelność przewodów i kadłuba, nawet pojedyncze krople wody po lądowaniu samolotu mają przez dłuższy czas temperaturę niższą niż otaczający je metal i na termograficznym obrazie wyglądają jak ciemne plamy. Informacje uzyskiwane przez ka-

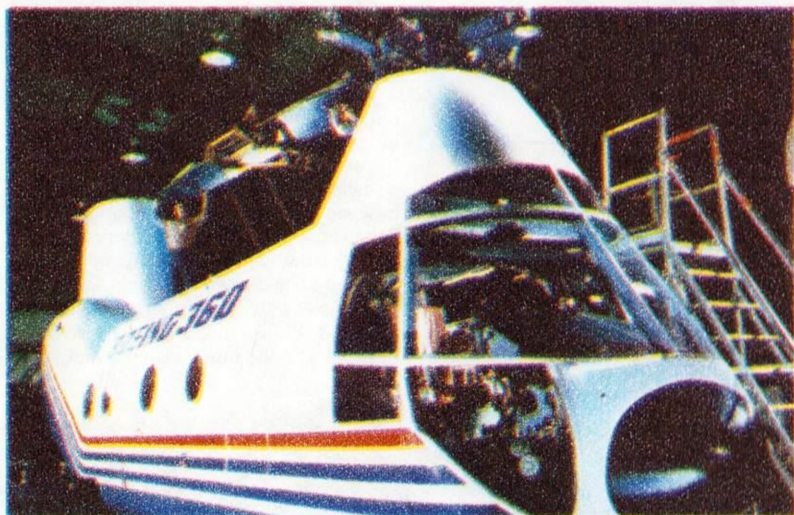
2



samolotach, prezentowana w All The Word's Aircraft, jest często dokładniejsza niż w źródłach krajowych. Również i bieżąca edycja przynosi sporo niespotykanych nigdzie indziej wiadomości o samolotach, takich jak np. MIG-29 czy B-1B. Oprócz wiadomości o poszczególnych typach maszyn latających, JANE'S zamieszcza zawsze krótką charakterystykę przemysłu lotniczego. Jest to jedyna, kilkunastostronicowa część publikacji, w której autor pozwala sobie na subiektywizm i choć i tutaj wszelkie informacje są stuprocentowo rzetelne, to widać wyraźnie, że publikacja powstała w Europie, a nie w USA.

Pierwsza edycja z 1909 r., nazwana wtedy All The Word's Air-Ships, przynosiła informacje o dwupłatowcach Voisina i Wrighta, obecna — o An-124, V-22 Osprey, Airbusie A320 i Boeingu B747-400. Jest tu wszystko: samoloty cywilne i wojskowe, sportowe i szybowce, lotnie i balony, rakiety i silniki lotnicze. Polskie maszyny latające figurują w kilku rozdziałach. Omówione są samoloty od An-2 do An-28, oczywiście wszystkie samoloty lotnicze, PZL M-20 Mewa, M-26 Iskierka, PZL-130 Orlik i 130T Turbo Orlik, a także śmigłowce. Wśród małych samolotów sportowych są wymienione J-2 Polonez Janowskiego, DK-3 Kasia Margańskiego, J-5 Janowskiego i Marko-Elektronik. Polska jest też reprezentowana w dziale szybowców i lotni oraz silników lotniczych. W dodatku umieszczone są pierwsze informacje i zdjęcia I-22, a przecież pierwsza informacja na temat tego samolotu opublikowana została w Polsce w październiku 1986 r.!

JANE'S All The World's Aircraft 1986–87, Edited by John W.R. Taylor. JANE'S Publishing Company Ltd



merę termowizyjną gromadzone są w pamięci komputera, który może wyświetlić „mapę termiczną" samolotu (rys. 2).

Najnowsze samoloty są wyposażone w pokładowe komputery gromadzące dane o pracy wielu zespołów maszyny podczas całego lotu. Dane te uzupełniają informacje uzyskane w czasie przeglądów i konserwacji. W ten sposób można z dużą dokładnością określić stan wszystkich ważnych układów, instalacji i urządzeń i wymieniać je stosownie do potrzeb. Ta właśnie metoda zastępuje już w wielu liniach lotniczych rutynową wymianę części po wylataniu określonej liczby godzin lub po określonym cyklu startów-lądowań. Pokładowy komputer gromadzi dane z czujników rozmieszczonych w różnych miejscach samolotu. Ostatnio próbuje się uzupełnić je mikrofonami. Okazało się bowiem, że każdy materiał i każdy zespół samolotu wydaje podczas lotu charakterystyczne dla niego dźwięki, powstające w wyniku obciążeń mechanicznych. Komputer umożliwia stworzenie swego rodzaju wzorca tych dźwięków dla każdego samolotu, a następnie porównywanie wzorca z dźwiękami zarejestrowanymi podczas lotu. ***HT***

1



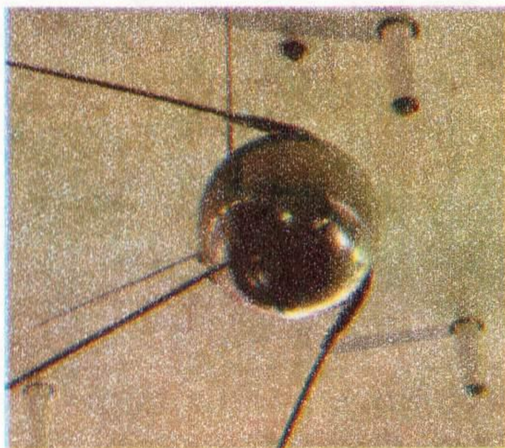
Astronautyka... 2

1965

18 III — pierwsze wyjście człowieka w otwartą przestrzeń kosmiczną (A. Leonow, Woschod-2)
23 III — lot pierwszego manewrującego statku kosmicznego (Gemini-3, USA)
3 VI — pierwsze wyjście w kosmos Amerykanina, próby indywidualnego napędu astronauty (E. White, Gemini-4)
14 VII — pierwsze badania Marsa z odległości 9000 km (Mariner-4, USA)
16 VII — wprowadzenie do użytku najpotężniejszej radzieckiej rakiety nośnej, satelita o masie 12,2 t (Proton, ZSRR)
18 VII — szczegółowe zdjęcia odwrotnej strony Księżyca (Zond-3 ZSRR)
11 VIII — zastosowanie kriogenicznych silników rakietowych (Centaur, USA)
26 IX — francuska rakieta Diamant wynosi francuskiego satelitę Asterix — trzecie państwo w tzw. ścisłym klubie kosmicznym
4-18 XII — rekordowy, dwutygodniowy lot załogowy (Gemini-7, USA)

1966

3 II — pierwsze miękkie lądowanie na Księżycu (Łuna-9, ZSRR)
1 III — pierwszy obiekt dociera na Wenus (Wieniera-3, ZSRR)
17 III — pierwsze połączenie na orbicie obiektu załogowego z bezzałogowym (Gemini-8 + Agena, USA)
3 IV — pierwszy sztuczny satelita Księżyca (Łuna-10, ZSRR)



Pierwszy sztuczny satelita Ziemi Sputnik 1

18 VIII — przekazanie pierwszej serii dokładnych zdjęć Księżyca z orbity selenocentrycznej (Lunar Orbiter-1, USA)

1967

27 I — śmierć trzech astronautów (W. Grissom, E. White, R. Chaffee) podczas prób naziemnych statku Apollo
23-24 IV — lot pierwszego radzieckiego manewrującego statku załogowego, pierwszy tragiczny wypadek w radzieckiej kosmonautyce — śmierć W. Komarowa (Sojuz-1)
11 IX — rozpoczęcie automatycznych badań składu gruntu księżycowego metodą alfa-radiometrii (Surveyor-5, USA)
18 X — bezpośrednie badania atmosfery Wenus (Wieniera-4, ZSRR)



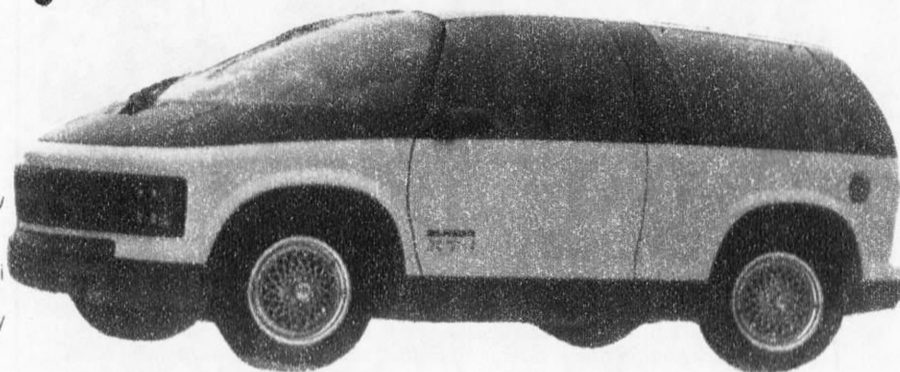
Jednostkowe i małoseryjne

Jerzy Borkowski

Producenci samochodów osobowych, nawet ci przodujący w wielkości produkcji, nie stronią od modeli specjalnych. Nie dotyczy to wyłącznie pojazdów doświadczalnych, jak choćby Chevrolett Blazer XT-1, (rys. 1), z założenia będących wyrobami jednostkowymi, ale i modeli rynkowych. Znana japońska wytwórnia Nissan na przykład uzupełnia gamę oferowanych pojazdów o mały samochód Be-1 (rys. 2). Jest to, jak mówią przedstawiciele Nissana, nowoczesne retro, nawiązujące do brytyjskiego Mini i amerykańskich samochodów lat sześćdziesiątych.

Uruchomienie produkcji pojazdu, przy założeniu, że jej wielkość nie przekroczy 400 sztuk miesięcznie, jest wbrew pozorom opłacalne nawet dla motoryzacyjnych gigantów. Wszystko zależy oczywiście od zastosowanej technologii i cech konstrukcyjnych danego modelu. W wypadku Be-1 wykorzystano elementy Marcha — najmniejszego, a jednocześnie najtańszego samochodu opuszczającego fabrykę Nissana. Uatrakcyjnienie konstrukcji i wprowadzenie nowoczesnych materiałów pozwoliło sprzedawać nowy model Be-1 za cenę dwukrotnie większą od ceny Marcha.

Układ napędowy Be-1 pochodzi niemal w całości z modelu wytwarzanego metodami wielkiej serii. Koła przednie napędza usytuowany poprzecznie silnik benzynowy o pojemności skokowej 1 dm^3 i mocy 38 kW, a współpracuje z nim mechaniczna skrzynia biegów o pięciu przełożeniach lub automatyczna trzybiegowa. Istotne różnice dotyczą nadwozia. Dla niewielkiej liczby pojazdów nie opłaca się opracowywać i wykonywać skomplikowanych tłoczników, wykrojników, linii zgrzewania. Lepiej jest sięgnąć po tworzywa sztuczne. Tak też zrobiono w wypadku Nissana konstruując szkielet utworzony z prostych wytłoczek, do którego mocowane są płaty

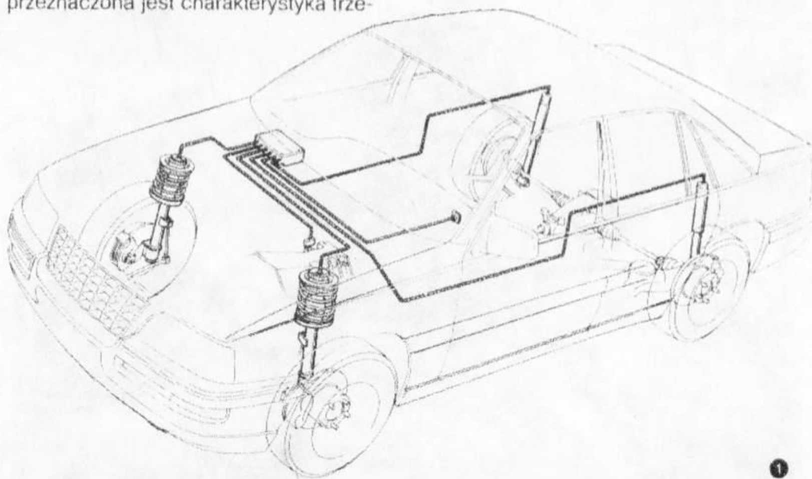


Regulowane tłumienie

O możliwościach zmiany charakterystyki zawieszenia samochodu wiadomo od dawna. Zbadano już wiele prototypów, pojawiły się też pierwsze seryjnie produkowane pojazdy z tego typu rozwiązaniami. Nowość tę zastosowano najpierw w najwyższej klasy samochodach Mazda. W tym roku również Opel jako pierwszy w Europie wprowadził do produkcji luksusowy model Senator wyposażony w elektronicznie sterowane zawieszenie kół przednich i tylnych z regulowaną siłą tłumienia amortyzatorów.

Zasada regulacji pracy zawieszenia Mazdy i Opla jest praktycznie taka sama. W obu wypadkach nie jest to regulacja bezstopniowa. Kierowca może zależnie od potrzeby lub preferencji zdecydować się jedynie na jedną z trzech charakterystyk zawieszenia: normalną (medium), miękką (comfort) i sztywną (sport). W pierwszym wypadku zawieszenie zapewnia warunki podróżowania typowe dla większości samochodów klas wyższych, w drugim wzrasta komfort jazdy, ale z uwagi na konieczne zapewnienie dobrej przyczepności kół do podłoża po przekroczeniu prędkości 115 km/h charakterystyka miękka automatycznie zmieniana jest na normalną. Dla zwolenników szybkiej jazdy i dobrego trzymania się pojazdu drogi bez zwracania uwagi na komfort przeznaczona jest charakterystyka trzecia — sportowa. W tym wypadku tłumienie drgań pochodzących od drogi jest najmniejsze.

Elementem sterującym zawieszenie (rys.1) jest komputer pokładowy wpływający na pracę czterech amortyzatorów





nadwoziowe wykonane z tworzyw termoplastycznych odpornych na uderzenia i dających się malować tymi samymi metodami jak elementy nadwozia stalowego. Dzięki temu części zewnętrzne nadwozia mają o 25% mniejszą masę niż ich odpowiedniki z blachy stalowej.

Wspomniany Chevrolet Blazer XT-1 jest również typowym przykładem pojazdu, który z uwagi na jednostkowe wykonanie znacznie różni się od samochodów seryjnych. Konstrukcję nośną zbudowano z cienkościennych rur, do których mocowane są fragmenty poszycia wykonane z tworzywa sztucznego wzmacnianego włóknem szklanym.

Blazer — jako pojazd studialny — wyposażony został w wiele rozwiązań przyszłościowych. Należy do nich niezależne zawieszenie wszystkich kół o dużym skoku i z regulacją prześwitu dzięki zastosowaniu elementów hydraulicznych, napęd na cztery koła, elektronicznie sterowany układ regulacji poślizgu kół przednich i układ kierowniczy czterech kół.

Na szczególną uwagę zasługuje sterowanie skrętu kół, gdyż elementami wykonawczymi są silniki elektryczne. Koła przednie mogą być wychylane z położenia jazdy na wprost o 35°, a tylne tylko o 18°. Kierunek zależy jednak od prędkości, z jaką pojazd się porusza. Przy jeździe z prędkością mniejszą niż 20 km/h koła przednie skręcane są w kierunku przeciwnym niż tylne, co znacznie zmniejsza średnicę zawracania i ułatwia manewrowanie w mieście, przy większych prędkościach — kierunek wychylenia jest ten sam. Jednostka sterująca skręt kół uwzględnia więc wiele danych: kąt obrotu koła kierowniczego, do złudzenia przypominającego lotniczą sterownicę, prędkość jazdy, siłę wiatru bocznego oraz rodzaj nawierzchni.

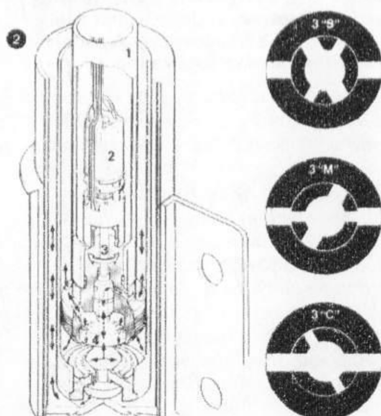
O pracy rozbudowanego układu sterowania poszczególnych zespołów samochodu Blazer informuje kolorowy monitor (rys. 3). W czasie jazdy wyświetlane są dane nie tylko o pracy silnika i prędkości jazdy, ale również o długości trasy, usytuowaniu pojazdu na drodze względem kierunków świata, prześwitu pod pojazdem i o tym, jak przenoszony jest napęd z silnika na dwa lub cztery koła. ***HT***

(rys. 2), a ściślej mówiąc, silników elektrycznych znajdujących się w pierścieniu wewnętrznym (1).

Obrót wirnika silnika (2) powoduje obrót trzpienia (3) znajdującego się wewnątrz dławika (4). W dławiku są wywiercone kanały o różnych średnicach. Gdy olej przepływa przez dławik za pośrednictwem kanałów o najmniejszej średnicy, mamy do czynienia z charakterystyką normalną, jeśli kanałami najgrubszymi — z jazdą komfortową, jeżeli natomiast tylko kanałami pierścienia zewnętrznego — z jazdą sportową. Kanałami pierścienia zewnętrznego dławika olej przepływa w każdym wypadku, niezależnie od położenia wirnika silnika.

Zaletą systemu Opla jest duża szybkość ustalania stopnia tłumienia. Odczyt położenia dławika przez mikroprocesor następuje co 2,5 ms, po to, by możliwe było natychmiastowe przejście z charakterystyki miękkiej na normalną po przekroczeniu prędkości 115 km/h i odwrotnie, gdy prędkość spadnie poniżej 110 km/h.

Proponowane przez coraz więcej firm rozwiązanie ze zmiennym tłumieniem ma jednak istotną wadę. Regulacja dotyczy wyłącznie siły tłumienia bez zmiany charakterystyk elementów sprężystych, które w równym, o ile nie większym, stopniu decydują o komforcie i bezpieczeństwie jazdy. Stąd też sceptycy uważają, że jedynym prawdziwie regulowanym zawieszeniem jest konstrukcja ze sprężynami gazowymi i prawdopodobnie do niej należy przyszłość. ***HT***



Astronautyka... 3

30 X — pierwsze automatyczne połączenie na orbicie dwóch obiektów bezzałogowych (Kosmos-186 + Kosmos-188, ZSRR)

9 XI — wprowadzenie największej w świecie rakiety nośnej, ładunek 126 t na orbicie (Saturn-5, USA)

1968

27 III — śmierć pierwszego kosmonauty świata w wypadku lotniczym

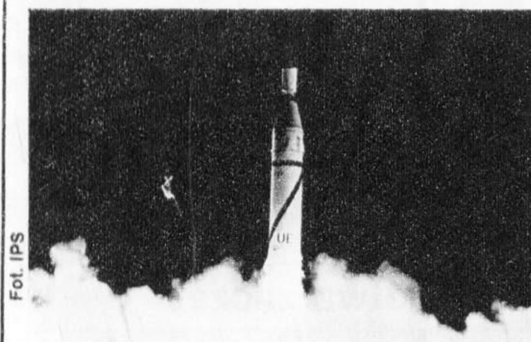
15-21 IX — oblot Księżyca i powrót próbnika na Ziemię (Zond-5, ZSRR)

21-27 XII — pierwszy załogowy lot wokół Księżyca (Apollo-8)

1969

15 I — pierwsze połączenie na orbicie dwóch statków załogowych z częściową wymianą załóg (Sojuz-4 + Sojuz-5, ZSRR)

18-26 V — druga załogowa wyprawa wokół Księżyca, złożone manewry na orbicie selenocentrycznej (Apollo-10, USA)



Pierwszy satelita amerykański Explorer 1

20-21 VII — pierwsze lądowanie ludzi na Księżycu (Apollo-11, USA)

31 VII — szczegółowe zdjęcia Marsa z odległości 3400 km (Mariner-6, USA)

19-20 XI — ludzie po raz drugi na Księżycu, dwudniowy pobyt, odnalezienie aparatu Surveyor-3 (Apollo-12, USA)

1970

11 II — Japonia w ścisłym klubie kosmicznym (satelita Ohsumi)

14 IV — poważna awaria statku w drodze do Księżyca (Apollo-13)

24 IV — Chiny w ścisłym klubie kosmicznym (satelita China-1)

1-19 VI — rekordowy, 18-dniowy lot załogowy (Sojuz-9, ZSRR)

24 IX — automatyczne sprowadzenie na Ziemię próbki gruntu księżycowego (Łuna-16, ZSRR)

17 XI — rozpoczęcie 10-miesięcznej pracy na Księżycu przez automatyczny pojazd samobieżny (Łunochod-1, ZSRR)

15 XII — pierwszy lądownik pomyślnie dociera na powierzchnię Wenus (Wieniera-7, ZSRR)

1971

19 IV — start pierwszej załogowej stacji orbitalnej (Salut, ZSRR)

6-30 VI — rekordowy lot trzyosobowej załogi Saluta, śmierć kosmonautów w czasie lądowania (G. Dobrowolski, W. Pacajew, W. Wołkow)

31 VII-2 VIII — ludzie po raz czwarty na Księżycu, trzydniowy pobyt, użycie elektrycznego samochodu Rover (Apollo-15, USA)

Lepiej i wygodniej



1. Wymienny magazynek z płytami do odtwarzacza płyt kompaktowych firmy Pionier, model PD-X909M

Zakończony w marcu paryski Festival du Son et Image Video (Festiwal Dźwięku i Obrazu Wizyjnego) zdaje się potwierdzać szybki koniec epoki analogowej. Złamana została cicha umowa wielkich producentów sprzętu elektronicznego, zakładająca świadome ograniczanie rynkowej oferty sprzętu cyfrowego, szczególnie służącego do rejestracji dźwięku, do czasu aż zrekompensują się z nawiązką koszty poniesione na opracowanie sprzedawanych obecnie urządzeń analogowych. Nie jest to chyba tylko chęć prześcignięcia konkurentów w wyścigu o miejsce na rynku i pieniądze nabywców.

Po płycie kompaktowej pojawiły się bowiem na rynku kolejne źródła dźwięku o doskonałej jakości (porównywalnej do uzyskiwanej z płyty kompaktowej), a to z kolei wywołało wzrost popytu na urządzenia do cyfrowej rejestracji i odtwarzania. Do upowszechnienia się tych urządzeń przyczynia się zwłaszcza realizowana za pośrednictwem satelitów cyfrową transmisja programów radiowych i fonii towarzyszącej programowi telewizyjnemu (praca w standardzie D2-MAC). Ostatnio firmy japońskie, a także nieliczne z innych krajów, wprowadziły na rynek fonowidy pracujące w standardzie DAT (Digital Audio Technology). Pojawiły się także doskonalsze modele tanich przystawek PCM (pracujące w standardzie DAT oraz z 16-bitowym, liniowym przetwarzaniem przy częstotliwości próbkowania 44,1 kHz, a więc w systemie takim, jaki przyjęto dla płyty kompaktowej). Na rynku dostępne są także przystawki do wszystkich typów magnetowidów.

Stale udoskonalane są także odtwarzacze płyt kompaktowych. Ostatnio firma Pionier przedstawiła odtwarzacz wyposażony w wymienne magazynki z płytami (rys. 1). W magazynku mieści się sześć płyt. Można zaprogramować nie tylko kolejność odtwarzania poszczególnych płyt, ale także kolejność odtwarzania utworów z każdej płyty. Magazynek ma także tę zaletę, że chroni płyty przed uszkodzeniem i kurzem nie gorzej niż twarde pudełka, w których sprzedawane są płyty kompaktowe (ostatnio coraz częściej można spotkać płyty CD w papierowych lub foliowych obwolutach — to także znak spowszednienia płyty kompaktowej).

Inną praktyczną propozycję przedstawiła firma Sony (rys. 2). W nowych wersjach odtwarzaczy firma ta wbudowuje mikroprocesowe programatory pozwalające łatwo ustalić kolejność odtwarzania wybranych utworów, śledzić czas odtwarzania, czas pozostający do zakończenia odtwarzanego utworu i płyty oraz całkowity czas odtwarzania. Dzięki zastosowaniu nowego systemu przesuwu zespołu odczytującego (napęd silnikiem liniowym) osiągnięto bardzo krótki (krótszy niż 0,3 s) czas dostępu do poszczególnych utworów. Takie rozwiązanie jest bardzo wygodne wtedy, gdy użytkownikowi zależy na odtwarzaniu kolejnych utworów według własnego programu, ale stwarza pewne kłopoty przy przegrywaniu programu na kasetę, która ma później współpracować z urządzeniami do automatycznego wyszukiwania przerw między utworami (RMS, APSS, AMS, MSS). Aby uniknąć tych kłopotów,

Luksusowe radioodtwarzacze

Andrzej Zaczek

Rosnące wymagania odbiorców przyzwyczajonych do korzystania z urządzeń wysokiej jakości oraz popyt na samochody wyższej klasy skłaniają producentów sprzętu do konstruowania coraz doskonalszych urządzeń elektroniki samochodowej. Funkcjonalność i wygoda obsługi tych urządzeń to nie tylko luksus, lecz również ważny czynnik bezpieczeństwa ruchu drogowego.

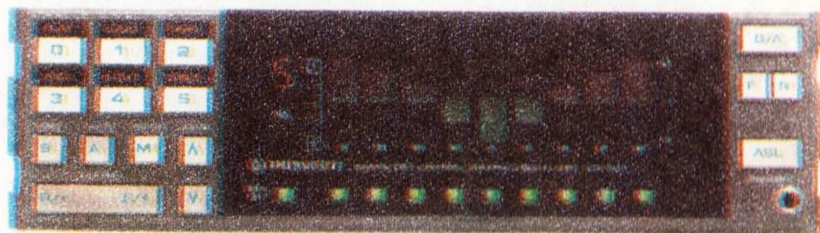
Podobnie jak w sprzęcie stacjonarnym, także w konstrukcjach samochodowych coraz częściej wykorzystuje się technikę cyfrową. Samochodowy odbiornik z cyfrową syntezą częstotliwości i cyfrowym wskaźnikiem odbieranej częstotliwości stał się już rozwiązaniem standardowym. Znane jeszcze z czasów techniki analogowej systemy automatycznego wyszukiwania i układy programowania odbioru stacji radiowych są zastępowane systemami cyfrowymi, wspomaganymi przez mikroprocesor.

Starsze generacje układów automatycznego wyszukiwania działały zwykle w ten sposób, że wybierały stacje, które emitowały sygnał o poziomie wyższym od progowego. Progowy poziom wybierania nie mógł być zmieniany przez użytkownika. Nowe rozwiązania pozwalają na taką zmianę w trakcie wyszukiwania lub programowania. Dzięki temu jest możliwe automatyczne odszukiwanie dalekich stacji i odbiór stacji lokalnych w cyklu wyszukiwania ręcznego lub automatycznego.

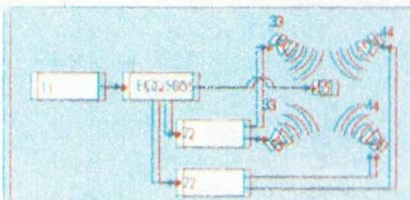
Zmiany zachodzą także w samochodowej aparaturze nagłaśniającej. Zwykłe korektory graficzne są zastępowane przez korektory z układami analizującymi widmo sygnału w miejscu odsłuchu i pozwalającymi na linearyzację charakterystyki całego toru odsłuchowego lub odpowiednie kształtowanie tej charakterystyki (np. podczas słuchania audycji słownej - rys. 1). Stale zmieniające się natężenie i widmo hałasu w kabinie samochodowej zmuszają do dynamicznego regulowania poziomu odsłuchu dla utrzymania stałych proporcji pomiędzy zakłóceniami i sygnałem użytecznym. Musi być przy tym uwzględniona zależność pomiędzy głośnością odsłuchu a wrażliwością słuchu ludzkiego na sygnały o różnych częstotliwościach. Spełnienie tych wymagań możliwe jest tylko przy zastosowaniu wspomagania mikroprocesorowego.

Nowe generacje odtwarzaczy są wyposażane w układy redukcji zakłóceń Dolby B-C NR, pojawiają się również na razie jeszcze nieliczne modele wyposażone w układ dBx. Mechanizmy odtwarzaczy to z reguły konstrukcje z autorewersami, często wyposażone w elektroniczne układy sterujące. Wiele nowych konstrukcji radioodtwarzaczy samochodowych jest wyposażonych w układy zdalnego sterowania — przewodowe lub

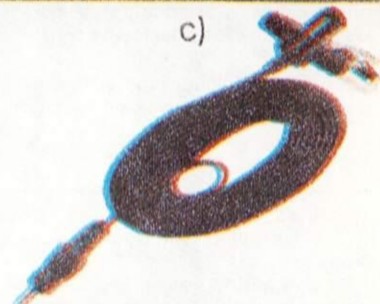
a)



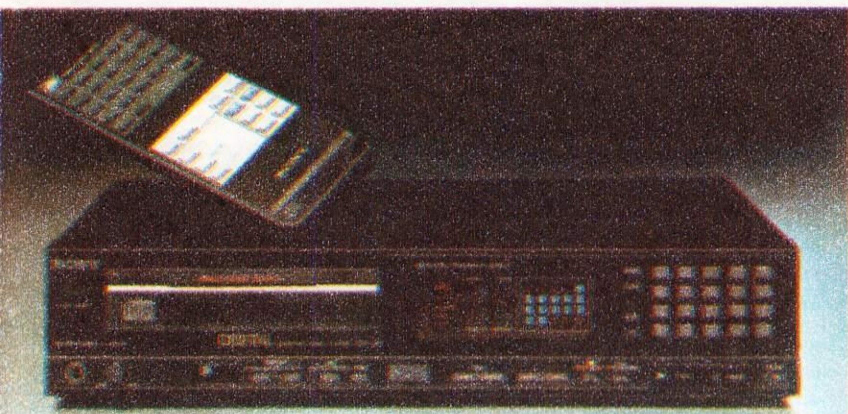
b)



c)



1. Sterowany przez mikroprocesor dynamiczny korektor warunków odsłuchu Pionier EQ-505: a) przednia płyta korektora. Wyświetlacz LCD pozwala ocenić spektrum sygnału w miejscu odsłuchu. Badanie spektrum sygnału i jego regulacja w zakresie ±12 dB odbywa się w pasmach o częstotliwości środkowej: 60 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, 8 kHz, 16 kHz; b) schemat blokowy systemu nagłośnienia w samochodzie z wbudowanym korektorem EQ-505: 1 — radioodtwarzacz (deck + tuner), 2 — wzmacniacze stereofoniczne (przód — tył), 3 i 4 — głośniki, 5 — mikrofon pomiarowy; pojemnościowy mikrofon pomiarowy.
Regulacja warunków odsłuchu może się odbywać automatycznie z wykorzystaniem mikrofonu pomiarowego umieszczonego w miejscu odsłuchu (np. przyczepionego do ubrania kierowcy) lub ręcznie przyciskami na płycie przedniej korektora



2. Odtwarzacz firmy Sony, model CDP-65 wyposażony w nowy system programo pracy

nowy programator umożliwia wprowadzenie 3 s przerw (ciszy) między utworami. Można również zaprogramować powtarzanie poszczególnych utworów lub określonych ich fragmentów. Programuje się za pomocą klawiatury numerycznej. Wprowadzony program jest uwidoczniony na wyświetlaczu.

Programowanie kolejności odtwarzania utworów sprowadza się do wciśnięcia klawisza z numerem kolejnego programowanego utworu, np. 1, a następnie klawisza z numerem utworu na płycie (od 1 do 20). Wszystkie nowe modele odtwarzaczy są wyposażone w układ zdalnego, bezprzewodowego sterowania i wbudowany wzmacniacz słuchawkowy o regulowanym poziomie wyjściowym. Luksusowe wersje odtwarzaczy mają wbudowane filtry cyfrowe nowej generacji gwarantujące uzyskanie kilkakrotnie mniejszych zniekształceń sygnałów o charakterze impulsowym. Odmiany te są oznaczone literami ES umieszczonymi na końcu nazwy. ***HT***

---

bezprzewodowe, pracujące na falach podczerwonych (rys. 2). Sterowanie bezprzewodowe ułatwia posługiwanie się urządzeniem (zwłaszcza pasażerom siedzącym na tylnych siedzeniach).

Wprowadzenie wielu nowych funkcji spowodowało niemały kłopot z umieszczeniem wszystkich urządzeń regulacyjnych i wyświetlaczy na małej, standardowej płycie czołowej radioodtwarzacza. Bardzo dowcipnie wybrnęli z tej sytuacji konstruktorzy firmy Pionier i Aiwa (rys. 3), umieszczając wyświetlacze i przyciski na odchylanej płycie czołowej zamykającej otwór kieszeni kasety.

Zamontowane w samochodzie drogie urządzenia elektroniczne stanowią sporą pokusę dla złodziei. Wiele firm proponuje więc dodatkowe zabezpieczenia, np. w postaci kodu cyfrowego, który należy wprowadzić do pamięci radioodtwarzacza za pomocą klawiatury (służącej zwykle do programowania odbiornika). Tylko podanie poprawnego kodu pozwala uruchomić lub zdemontować odbiornik bez uruchomienia urządzeń alarmowych (klakson, światła, blokada zapłonu). Innym skutecznym sposobem unikania kradzieży sprzętu z samochodu jest... zabieranie go ze sobą do domu. Tu wiele firm europejskich i japońskich prześciga się w różnego rodzaju uchwytach wyposażonych w łącza bagnetowe pozwalające na szybki montaż i demontaż. Dodatkową zaletą takiego rozwiązania jest możliwość korzystania z radioodtwarzacza w domu lub na kempingu. ***HT***

2. Zdalnie sterowany radioodtwarzacz CT-Z550 AIWA. Nadajnik rozkazów zdalnego sterowania jest umieszczony w zagłębieniu pokrywki płyty czołowej. Odbiornik pozwala na automatyczne wyszukiwanie stacji oraz zaprogramowanie 6 stacji AM i 6 stacji FM. Odtwarzacz ma mechanizm rewersyjny, jest wyposażony w układy redukcji zakłóceń Dolby B-C NR



14 IX — pierwszy sztuczny satelita Marsa (Mariner-9, USA)
28 X — Wielka Brytania w ścisłym klubie kosmicznym (Prospero)
2 XII — pierwszy lądownik na Marsie, awaria (Mars-3, ZSRR)

1972
12-14 XII — kolejni ludzie na Księżycu, po raz pierwszy udział naukowca w wyprawie (H. Schmitt, Apollo-17)



Fot. NASA

Edwin Aldrin sfotografowany przez Neila Armstronga podczas pierwszej załogowej wyprawy na Księżyc

1973
14 V — start największej w świecie stacji orbitalnej (Skylab, USA)
25 V-22 VI — rekordowy, 28-dniowy lot pierwszej załogi Skylaba
25 IX — powrót drugiej załogi Skylaba po 59 dniach lotu
3 XII — pierwsze badania Jowisza w bezpośrednim sąsiedztwie planety, dzięki manewrowi w jej polu grawitacyjnym, osiągnięcie III prędkości kosmicznej (Pionier-10, USA)

1974
5 II — dokładne obrazy atmosfery Wenus, wykorzystanie pola grawitacyjnego planety do lotu ku Merkuremu (Mariner-10, USA)
8 II — zakończenie 84-dniowej misji trzeciej załogi Skylaba, najdłuższy do dziś amerykański lot załogowy
29 III — pierwszy przelot próbnika koło Merkurego, pierwszy obiekt wykorzystany do badania dwóch planet (Mariner-10, USA)

1975
15 III — zbliżenie sondy do Słońca na odległość 46,5 mln km (Helios-1, RFN)
17-19 VII — wspólny lot statków załogowych ZSRR i USA (Sojuz + Apollo)
22 X — pierwszy sztuczny satelita Wenus, pierwsze zdjęcia z powierzchni tej planety (Wieniera-9, ZSRR)

1976
20 VII — pierwsze obrazy z powierzchni Marsa,

ARY SZTERNFELD
PARADOKSY
KOSMONAUTYKI

W maju br., kiedy zawartość tego numeru *HT* była już skompletowana, otrzymaliśmy propozycję p. Mirosława Wojalskiego, naszego Czytelnika z Łodzi, opracowania przezeń materiału dotyczącego postaci Ary Sternfelda, jednego z pionierów astronautyki, urodzonego w Polsce i do końca z nią związanego, mimo zmiany obywatelstwa. Równocześnie nadeszła do redakcji przesyłka z Ludowej Spółdzielni Wydawniczej zawierająca egzemplarz I wydania książki „Paradoksy kosmonautyki" autorstwa właśnie Ary Sternfelda. Zdecydowaliśmy się na recenzję, poświęcając to miejsce zasłużonemu teoretykowi — prekursorowi lotów kosmicznych.

Jak napisał w przedmowie do książki Mieczysław Subotowicz, A. Sternfeld „należał do drugiego pokolenia naukowych pionierów astronautyki, zaraz po K. Ciołkowskim, H. Oberthcie i R. Goddardzie, które przygotowywało teoretyczne podstawy astronautyki, tuż przed budową wielkiego przemysłu rakietowego z jego naukowo-inżynieryjno-technicznym zapleczem". Dziełem życia A. Sternfelda był „Wstęp do kosmonautyki", ukończony w 1933 r., a poświęcony w głównej mierze obliczeniom, analizie i optymalizacji torów okołoziemskich oraz międzyplanetarnych statków kosmicznych, a także wielu zagadnieniom z dziedziny techniki rakietowej.

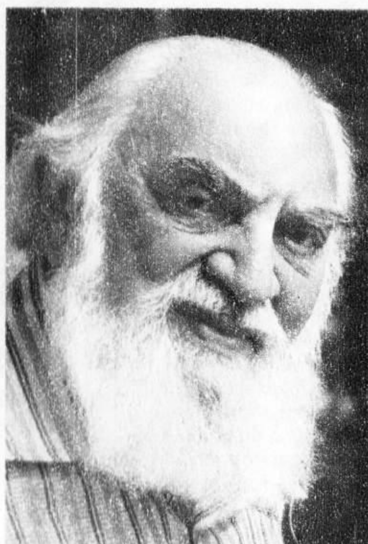
Właśnie w trakcie owej analizy pionier-teoretyk uzyskał zaskakujące, na pierwszy rzut oka paradoksalne, wyniki rozważań i obliczeń. Część z nich była ujęta jeszcze we „Wstępie do kosmonautyki", inne w formie rozproszonej ukazywały się w różnych czasopismach. Już po śmierci Sternfelda (w 1980 r.) Tamara Wołkowicka, przy współpracy żony uczonego Ilzy, opracowała, uporządkowała i opatrzyła przypisami zbiór owych paradoksalnych, z pozoru, przypadków. Niektóre z nich były opublikowane po raz pierwszy jeszcze na wiele lat przed urzeczywistnieniem lotów w kosmos. Mimo to wywody autora niemal nic nie straciły na aktualności, a śledzenie toku jego rozumowania może być niezwykle interesującym i kształcącym, poszerzającym wiedzę zajęciem.

Niektóre podrozdziały mają charakter czysto informacyjny, w większości jednak autor zadaje pytania i rozważa odpowiedzi na nie. Odpowiedzi te są zaskakujące — zgodnie z zawartym w tytule słowem „paradoks". Sprawia to, że książkę czyta się z zaciekawieniem. Wpływa na to także jej prosty, lekki styl. Sternfeld unika na ogół szczegółowych obliczeń, podając często tylko ich rezultat. Walory książki mogą się ujawnić w pełni, gdy się ją czyta niewielkimi partiami. Może być wówczas cenną i chętnie braną do ręki pozycją popularnonaukową. Jej wartości nie obniżają drobne błędy, z których przykładowo wymienię cztery:

1) „liberacja" (s.30) — zamiast „libracja"; chodzi o nierównomierność ruchu obrotowego ciała niebieskiego (w tym wypadku Merkurego) w stosunku do jego ruchu obiegowego względem innego ciała (w tym wypadku Słońca);

2) wymieniony na s. 98 przykładowo satelita nosił w rzeczywistości oznaczenie ATS-2, a nie AT-2;

3) w tekście na s. 154 chodzi o „prędkość nie mniejszą niż czwarta prędkość kosmiczna", a nie jak podano — „nie większą";


Fot. Mirosław Wojalski

4) na s. 156 brak prędkości odniesienia lub przyrostu prędkości dającego wymienioną wartość 59,1 km/s.

J.W.

Ary Sternfeld: Paradoksy kosmonautyki. LSW Warszawa 1987. Wyd. I. Nakład 20 000 egz., s. 157, cena 210 zł.

Astronautyka... 5

rozpoczęcie poszukiwania żywych organizmów na Marsie (Viking-1, USA)
22 VIII — automatyczne dostarczenie na Ziemię próbek księżycowych z głębokości 2 m (Łuna-24, ZSRR)

1977

29 IX — start stacji orbitalnej II generacji (Salut-6, ZSRR)

1978

11-16 I — pierwsze spotkanie dwóch załóg w stacji orbitalnej, wymiana statków kosmicznych (Sojuz-26, Sojuz-27, ZSRR)
22 I — pierwszy statek towarowy cumuje do stacji (Progress-1, ZSRR)
26-30 I — próbny lot chińskiego statku kosmicznego bez załogi (China-8)
2-10 III — lot pierwszej załogi międzynarodowej (Sojuz-28, ZSRR, CSRS)
16 III — zakończenie rekordowej 96-dniowej radzieckiej misji załogowej
2 XI — nowy rekord długości lotu załogowego — 139 dni (ZSRR)
4 XII — rozpoczęcie radarowego kartografowania Wenus z orbity, lądowanie 4 sond atmosferycznych (Pioneer-Venus-1, 2 USA)

1979

5 III — zaawansowane badania Jowisza i jego księżyców w bezpośrednim sąsiedztwie planety (Voyager-1, USA)
13 VI — powrót III załogi podstawowej Saluta-6 po 175 dniach lotu
1 IX — pierwszy przelot próbnika koło Saturna (Pioneer-11, USA)
24 XII — uruchomienie europejskiej rakiety nośnej (Ariane, USA)

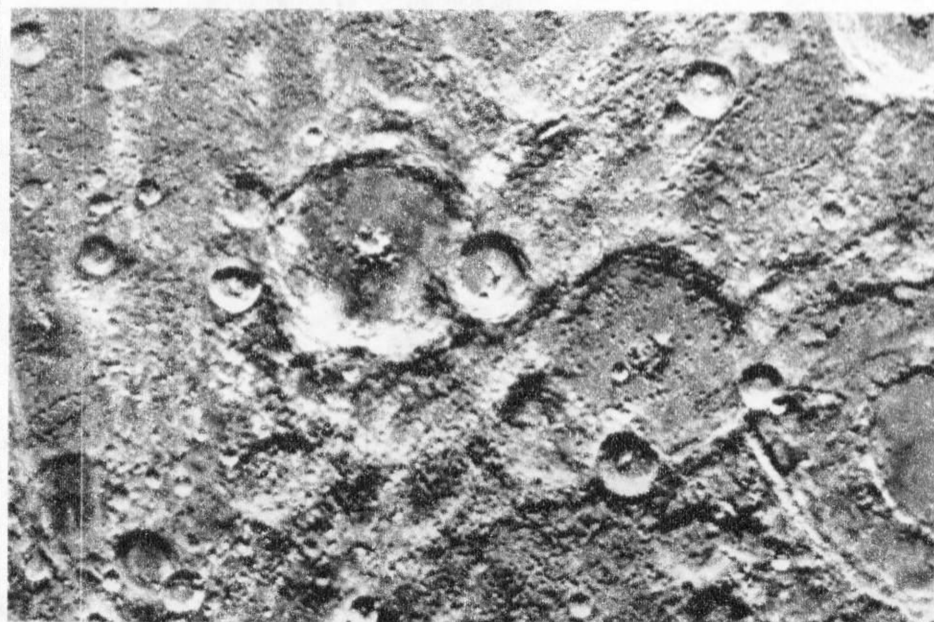
1980

3 VI — radzieccy kosmonauci 185 dni w kosmosie
18 VII — Indie siódmym członkiem ścisłego klubu kosmicznego (satelita Rohini)
12 XI — zaawansowane badania Saturna, jego księżyców i pierścieni w bezpośrednim sąsiedztwie planety (Voyager-1, USA)

1981

12-14 IV — pierwszy lot orbitalny samolotu kosmicznego (Columbia, USA)

Unikatowe zdjęcie planety Merkury uzyskane dzięki próbnikowi Mariner 10

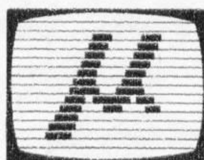

Fot. NASA

Astronautyka... 6

1982
1 III — szczegółowe, barwne panoramy z powierzchni Wenus, analiza próbek gruntu (Wieniera-13, ZSRR)
11-16 XI — pierwszy operacyjny lot samolotu kosmicznego, wyniesienie dwóch satelitów, czteroosobowa załoga (Columbia STS-5, USA)
10 XII — kolejny rekord długości lotu załogowego — 211 dni (ZSRR)
1983
10 III — prototyp modułu przyszłych stacji orbitalnych cumuje do nowej stacji (Kosmos-1443 + Salut-7, ZSRR)
26 IX — pożar i eksplozja rakiety Sojuz podczas startu, załoga uratowana (Sojuz T-10 A, ZSRR)
16 X — początek radarowego kartografowania biegunowych rejonów Wenus z dużą rozdzielczością (Wieniera-15, ZSRR)
28 XI — 8 XII — pierwszy lot europejskiego laboratorium kosmicznego w ładowni Columbii, sześcioosobowa załoga (Spacelab-1, ESA, USA)
1984
7 II — pierwszy swobodny lot w kosmosie astronauty z indywidualną jednostką napędową MMU (B. McCandless, USA)
6-13 IV — przechwycenie i naprawa na orbicie uszkodzonego satelity SMM (Challenger STS-41C, USA)
25 VII — pierwszy spacer kosmiczny kobiety (S. Sawicka, ZSRR)
2 X — ustanowiono aktualny rekord długości lotu załogowego — 237 dni (L. Kizim, W. Sołowjow, O. Atkow, ZSRR)
8-16 XI — przechwycenie i sprowadzenie na Ziemię dwóch zagubionych satelitów (Discovery STS-51 A, USA)
1985
8 VI — początek akcji ratowniczej w uszkodzonej stacji orbitalnej (Sojuz T-13 + Salut-7, ZSRR)
11-16 VI — pierwsze eksperymenty balonowe w atmosferze Wenus (Vega-1, Vega-2, ZSRR-Francja)
11 IX — pierwszy przelot sondy przez ogon komety (ICE, USA)
30 X-6 XI — misja laboratorium kosmicznego z programem badawczym RFN, ośmioosobowa załoga z trzech krajów (Challenger + Spacelab D-1, STS 61 A)
1986
24 I — pierwszy przelot sondy koło Urana, szczegółowe zdjęcia planety, jej księżyców i pierścieni (Voyager-2, USA)
28 I — największa katastrofa w dziejach astronautyki — eksplozja samolotu kosmicznego i śmierć siedmioosobowej załogi (Challenger)
19 II — start stacji orbitalnej III generacji (Mir, ZSRR)
6-14 III — cztery sondy kosmiczne badają z bliska kometę Halleya (Vega-1, 2 — ZSRR, Giotto — ESA, Planeta-A — Japonia)
5-6 V — pierwszy załogowy przelot między dwiema stacjami orbitalnymi (Sojuz T-15, Mir — Salut-7, ZSRR)
7 VII — pierwszy człowiek przekroczył rok łącznego pobytu w kosmosie (L. Kizim, ZSRR)
1987
15 V — inauguracyjny start największej radzieckiej rakiety nośnej Energia.

Jacek Kruk

Kalendarium



ze s. 32

myślanych decyzji nie stał się standardem światowym. Jest nim Macintosh. Po kolejnym modelu, Macintoshu Plus, pojawił się następca — Macintosh SE. Na pierwszy rzut oka przypomina bardzo swoich poprzedników, a przede wszystkim Maca Plus. Ma więc wbudowany 9-calowy monitor z ekranem o rozdzielczości 512x342 punkty, stację dyskietek 3,5 cala (800 KB), dwa łącza szeregowe i łącze do dołączania zewnętrznej stacji dysków elastycznych. Podobnie jak w Macu Plus w SE zastosowano procesor Motorola 68000 pracujący z zegarem o częstotliwości 7,83 MHz oraz RAM o pojemności 1 MB (z możliwością rozbudowy do 4 MB). Identyczny jest także system generowania dźwięku. Ale na tym podobieństwa się kończą. ROM w Macu SE ma pojemność 256 KB, moc zasilacza powiększono do 100 W, zegar czasu rzeczywistego zasilany jest baterią litową pozwalającą na jego nieprzerwaną pracę przez 7 lat. W nieco podwyższonej obudowie jest dosyć miejsca na zainstalowanie sztywnego dysku lub dodatkowej stacji dyskietek 3,5 cala. Na płycie głównej znajduje się 96-stykowe gniazdo standardu Eurocard typu C, przewidziane do dodatkowych kart. Jak twierdzi Apple, wkrótce na rynku ukaże się karta kontrolera stacji dyskietek 5,25 cala, która w połączeniu z odpowiednim oprogramowaniem pozwoli na translację plików Macintosha na MS-DOS i odwrotnie. Stosując zapowiedziany także przez Apple dodatkowy moduł wyposażony w procesor Intel 8086 doprowadzić można do kompatybilności Maca SE z IBM PC.

Na szczególną uwagę zasługuje przede wszystkim Macintosh II. Cała konstrukcja nowego Maca II zdaje się być kombinacją tradycyjnych zalet rodziny Macintosh i zalet niektórych rozwiązań IBM PC.

Wierność tradycji to przede wszystkim mikroprocesor firmy Motorola. W Macu II jest to układ Motorola 68020 pracujący z zegarem 15,6672 MHz wspomagany przez Motorolę 68881 (zmiennoprzecinkowy koprocesor arytmetyczny dwustukrotnie zwiększający szybkość operacji numerycznych). Żałować można jedynie, że użyte procesory nie mają możliwości pracy wielozadaniowej, co czyni, że urządzenie jest mało przydatne do pracy w systemach wielodostępnych. Wydaje się jednak, że ten drobny mankament zostanie rychło usunięty, po wprowadzeniu na rynek Motoroli 68851. Wierność tradycji to także trzymanie się standardu 3,5-calowych dyskietek, które mają tyle zalet, że wybrane zostały także do nowej rodziny IBM. W Macu II dyskietki mają pojemność 800 KB.

Imponująco wyglądają możliwości pamięci operacyjnej. Wprawdzie RAM w wersji standardowej ma, podobnie jak Macintosh Plus, 1 MB, jednak można ją rozszerzyć do 8 MB, a przy wykorzystaniu gniazd NuBus — do 2 GB! Na płycie głównej znajduje się 6 gniazd 96-stykowych przeznaczonych do rozszerzania możliwości sprzętowych Maca II. Założenie konstrukcyjne przewiduje, że każda z kart zainstalowanych w gnieździe może determinować konfigurację pracy sprzętu, a więc zainstalowanie odpowiedniej karty z procesorem Intel 80286, zmienia Maca II w IBM PC AT.

Dzięki zastosowaniu stosunkowo dużej obudowy wszystkie zasadnicze i proponowane jako opcje elementy mieszczą się w jednym pudle, eliminując konieczność rozstawiania na stole kilku skrzynek połączonych plątaniną kabli, jak we wcześniejszych modelach Macintosha. W obudowie można więc zmieścić dwie stacje dysków 3,5 cala (800 KB), jeden dysk sztywny 20, 40 lub 80 MB oraz 6 kart zainstalowanych w gniazdach NuBus.

Jako zaletę producent wymienia brak standardu dla wyjścia wideo. Brzmi to wprawdzie jako paradoks, jednak uzasadnienie skłania do zgodzenia się, że może to być zaletą. Chodzi o to, że zarówno Mac II, jak i oprogramowanie starego i nowego Maca przystosowane są do pracy z dowolną kartą wideo Maca II. Zapewne różne firmy podejmą produkcję kart o różnych standardach wyjścia, spośród których użytkownicy będą mogli wybierać najbardziej im odpowiadające. Obecnie dostępna jest jedna karta wideo produkcji Apple o rozdzielczości 640x480 punktów. Daje ona możliwość otrzymania 16 kolorów albo odcieni szarości z palety 16 mln barw. Dodanie 256 KB pamięci zwiększa liczbę kolorów do 256. Jedną z konsekwencji takiego rozwiązania jest możliwość przyłączenia dwóch lub więcej monitorów, na których wyświetlony będzie obraz panoramiczny,



tak że na każdym z monitorów pojawi się fragment obrazu.

Możliwości dźwiękowe daje Apple Sound Chip, nowy, specjalnie opracowany dla Maca II układ scalony, będący generatorem stereofonicznym syntetyzującym cztery dźwięki o częstotliwości do 44,1 MHz.

Według zapewnień producenta, ponad 95% oprogramowania wykonanego dla starego Maca funkcjonuje na Macu II. Wynika to z podobieństwa procesorów 68000 i 68020. Karta z procesorem Intel 80286 pozwala na pracę pod kontrolą systemu operacyjnego MS-DOS i wykorzystanie całego jego oprogramowania. Apple twierdzi, że zaawansowane są prace nad wersją Unixa dla Maca II, ale z prezentacją go trzeba będzie zaczekać do chwili, kiedy Motorola wprowadzi na rynek procesor 68851.

Dziś Apple dysponuje logicznie rozbudowanymi rodzinami komputerów osobistych dostosowanymi do różnych potrzeb i możliwości finansowych użytkowników: rodziną prostych komputerów serii Apple II, II+, IIe, IIc i IIGS oraz rodziną bardzo zaawansowanych technologicznie Macintoshy 512 KE, Plus, SE i II. Wiele ich cech, takich jak grafika, dźwięk, sterowanie za pomocą okienek aktywizowanym myszą, wystawiają jak najlepsze świadectwo Apple Computers Inc. ***HT***

Mikrokomputery

Świeże jabłka

Jan Rudomina

Historię powstania i rozwoju Apple Computer Inc. zna każdy, kto interesuje się informatyką, a nazwiska Wozniaka i Jobsa są synonimami bajkowego sukcesu. Od pewnego czasu jednak zaczęły pojawiać się informacje o poważnych kłopotach finansowych firmy. Decyzje personalne dotyczące Wozniaka i Jobsa zdawały się być potwierdzeniem poważnego kryzysu. Apple jednak nie ma zamiaru stawać się ofiarą konkurencji. Firma nadal intensywnie pracuje nad rozwojem swoich produktów. Efektem tych prac jest wprowadzenie na rynek nowych modeli Macintosha oraz Apple IIGS.

Apple IIGS pomyślany został jako następca słynnego Apple II. Jako jednostkę centralną wykorzystano w nim procesor 65C816 firmy Western Design Center's. Jest to 16-bitowy procesor, mogący adresować do 16 MB pamięci, pracujący z częstotliwością 1 lub 2,8 MHz. W Apple IIGS nie wykorzystano wszystkich jego możliwości, m.in. ze względu na maksymalną przewidzianą pojemność pamięci operacyjnej 8 MB (65C816 może adresować bezpośrednio do 16 MB pamięci). Przy pracy procesora w trybie 6502 z częstotliwością 1 MHz na Apple IIGS można wykorzystywać prawie całe oprogramowanie starego Apple II. Ponadto 65C816 jest programowo w pełni zgodny z 6502 i dla programisty z nim obeznanego nowy procesor nie stwarza najmniejszych kłopotów.

Pamięć operacyjna ma pojemność 256 KB, z możliwością rozszerzenia do 8 MB. Komputer ma dwa wyjścia szeregowe, wyjście do przyłączenia myszy, 40-/80-kolumnowe wyjście do przyłączenia monitora kolorowego RGB lub monochromatycznego, zegar czasu rzeczywistego i kontroler dysków elastycznych obsługujący zarówno stację 3,5 cala (800 KB), jak i 5,25 cala (143 KB). Do uruchomienia systemu niezbędny jest zakup przynajmniej jednej stacji dysków elastycznych 3,5 cala, gdyż system operacyjny ProDOS 8/16 dostarczany jest wyłącznie na takich dyskietkach. Jako opcję firma proponuje zewnętrzny sztywny dysk o pojemności 20 MB.

IIGS akceptuje wszystkie graficzne i tekstowe tryby dostępne dla Apple II. Dodatkowo zastosowano nowy tryb wysokiej rozdzielczości: 320x200 punktów z 16 kolorów w linii albo 640x200 punktów z 4 kolorów w linii.

O ile tryby graficzne stosowane w IIGS można uznać za typowe dla tej klasy komputerów, o tyle możliwości dźwiękowe są niezrównane. Procesor dźwiękowy Ensoniq, stosowany także w muzycznym syntetyzatorze Ensoniq Mirage, użyty w systemie dźwiękowym IIGS daje 64 KB pamięci i może generować do 32 dźwięków jednocześnie. Oprócz muzyki system dźwiękowy IIGS może także rejestrować i odtwarzać śpiew i mowę. Jest to więc faktycznie cyfrowy magnetofon. Standardowym odtwarzaczem dźwięku wytwarzanego przez urządzenie o stereofonicznej charakterystyce jest mały, pojedynczy głośnik. Pełny efekt stereofoniczny można uzyskać po przyłączeniu dodatkowej karty Supersonic board, wyposażonej w dwa głośniki.

Apple Computers Inc. nie ustaje także w stałym udoskonalaniu komputera, który chyba tylko na skutek paru nieprze-

s.31 ☞

